لا يوجد عرض بليغ أو ممتع أو مقنع لما يمكن أن يسمى علم الفلسفة أكثر من عرض السير جيمس جينز.

The New York Times

جيمس جينز

JAMES JEANS

الفيزياء و الفلسفة

تأملات فيزيائي في بعض مشاكل الفلسفة

منشورات تكوين

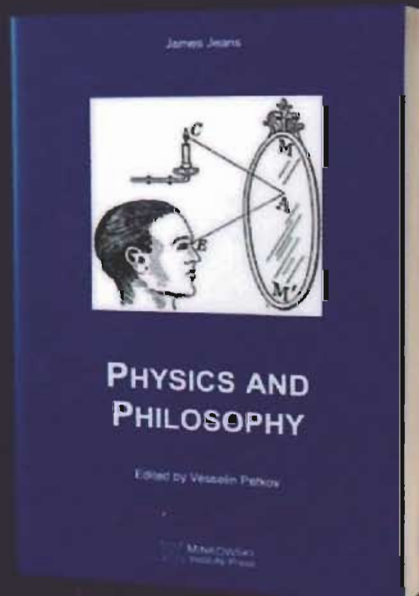
ترجمة: نور ياسين

إن ما يتبقى في كل الأحوال يختلف تمامًا عن المادة بشحمها ولحمها وعن المذهب المادي المنفر لدى عالم العصر الفيكتوري, فقد ثبت أن كونه الموضوعي والمادي لا يتكون إلا مما تركبه عقولنا الذاتية وبهذه الكيفية وغيرها تحركت الفيزياء الحديثة في اتجاه المذهب الذهني

كذلك لا نستطيع أن ندعي أن الفيزياء الحديثة تبرر أي استنتاجات نهائية عن الجبرية أو السببية أو حرية الإرادة, ولكننا نستطيع أن نقول إنه من بعض النواحي لم يعد المذهب الجبري ملحًا كما كان منذ خمسين عامًا, ويبدو أن هناك من الحجج ما يسمح بإعادة تناول المسألة برمتها بمجرد أن يجد أي إنسان سبيلاً لذلك.

لعل هذا يبدو محصولاً مخيبًا للآمال نحصده من حقل في اتساع النشاط العلمي الحديث, بل ومن ذلك الفرع الذي يقترب جدًا من إقليم الفلسفة, ومع ذلك فقد نتفكر في أن الفيزياء والفلسفة على أحسن التقديرات لا تتجاوزان في عمرها بضعة آلاف من السنين, وإن كان من المحتمل أن تعيشا آلاف الملايين من السنين التي ما زالت أمامها.

إنها قد شرعنا فحسب في اكتشاف الطريق ونحن ما زلنا كما قال نيوتن مثل أطفال يلعبون بالحصى على شاطئ البحر, على حين يمتد المحيط الهائل للحقيقة بدون اكتشاف بعيدًا عن متناولنا, وليس من المستغرب ألا ينجح جنسنا البشري في حل أي قدر من مشكلاته الأكثر صعوبة في الجزء الأول من المليون من وجوده, ولعل الحياة كانت تعد أدعى للملل لو نجح في هذا, ففي نظر الكثيرين ليست المعرفة ذاتها بل السعي وراءها هو الذي يعطينا المتعة الفكرية الأكبر, فالسفر على أمل خير من الوصول.



الفيزياء و الفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

Physics and Philosophy

James Jeans

■ اسم الكتاب: **الفيزياء والفلسفة**

■ المـــؤلـــف: **جيمس جينز**

■ ترجمة: **نور ياسين**

■ الطبعة الأولى **2022 ©**

ISBN: 978-9953-532-34-9

■ الإخراج الفني: TRIGRAPHICS





لبنان | بيروت | شارع المقدسي | بناية ريز | الطابق الخامس
العراق | بغداد | شارع المتنبي | بناية مصرف الرشيد | الطابق الأول

0096l 0l 740 495 | 0096l 78 938 980

www.nousous.com nousous.lr@outlook.com

لا يوجد عرض بليغ أو ممتع أو مقنع لما يمكن أن يسمى علم الفلسفة أكثر من عرض السير جيمس جينز.

The New York Times

جيمس جينز

الفيزياء و الفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**



ترجمة: **نور ياسين**

المحتويات

الفيزياء و الفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

مقدمة المؤلف

الهدف من هذا الكتاب باختصار هو تناول - وإلى حد ما - اكتشاف الإقليم الفاصل بين علم الطبيعة والفلسفة فهذا الإقليم الذي اعتدنا أن نعتبره سخيفًا جدًا، أصبح فجأة مثيرًا جدًا، وهامًا، نتيجة للتطورات الحديثة في الفيزياء النظرية.

إن الإثارة الجديدة تتجاوز بكثير المشاكل المتخصصة للفيزياء والفلسفة، وتصل إلى مسائل تمس الحياة الإنسانية عن قرب شديد كمسائل المادية والإرادة الحرة، لذلك آمل أن يثير هذا الكتاب اهتمام الكثيرين ممن لا يشتغلون بالفيزياء أو الفلسفة، ولهذا الغرض جعلت المناقشة يسيرة قدر الإمكان متجنبًا النقط المتخصصة ما وسعني، وحيث لم أتمكن شرحت هذه النقط، كما حاولت أن أرتب الكتاب بحيث تهيء قراءة الفصلين الأولين مع الفصل الأخير، نظرة عامة مفهومة للقضية الرئيسية، وخلاصة لكل الفصول، وهناك كثير من القراء سيفضلون البدء بهذه الفصول الثلاثة.

ولا حاجة لي لكي أضيف أني بالنسبة للفلسفة من الدخلاء، وليس من بين نواياي أن أضع مرجعًا في مسائل الفلسفة الخالصة.

وأسـجل هنا بامتنان شكري للسير فردريك بريمان لقراءته كل تجارب المطبعة، وللسـير آرثر أدينغتون لقراءته جزء منها (رغم أننا لم نتفق دائما)، كما أشـكر لهما وللأسـتاذ ج. ب. س هالـدان، الانتقـادات والاقتراحات المختلفـة، كذلك أتوجه بالشـكر لزوجتي لمسـاعدتي في نقل مستنسـخاتي على الآلة الكاتبة.

جيمس جينز

8 يوليو 1942

الفصل الأول

ما هي الفيزياء؟
وما هي الفلسفة؟

يتقدم العلم عادة على هيئة خطوات صغيرة، بحيث يكون من الصعب على الباحث المدقق أحيانا أن يرى أكثر من بضع خطوات أمامه، ولكن قد ينقشع الضباب، ونجد أنفسنا على ربوة تكشف مساحة واسعة من الأرض مما يكون له نتائج باهرة، إن علما بأكمله يبدو وكأنما يعاد تنظيمه، فالمعارف الصغيرة تتجمع معًا بطريقة غير متوقعة، وأحيانًا يكون لصدمة التعديل أثر على علوم غيرها وأحيانًا تحول مجرى الفكر الإنساني بأكمله.

مثل هذه الحوادث نادرة، ولكن ترد إلى الخاطر أمثلة عليها، فاذا كانت نتائج نظام **كوبرنيكوس** الفلكي عندما حل محل فلك العصور الوسطى، كانت الأرض مركز الكون - ثم رأى الإنسان أن وطنه ليس هو المركز الثابت المهيب للكون الذي يدور من حوله كل شيء، إنما هو من ضمن الشظايا المادية التي تدور حول نجم عادي من النجوم العديدة في السماء.

أو لنفكر في مضمونات علم الحياة **لدارون** - وكيف رأى الإنسان أن جسده لم يكن مصممًا خصيصًا من أجله كسيد للمخلوقات، بل هو من أثر التكيف التحسين لأجساد حيوانات أخرى سبقته على الأرض وكانت سلفه الحقيقي، وثبت أن المخلوقات الأرضية كلها نمت إليه بصلة القرابة وإن كان قد تفوق عليها فلأنه ولد في الفرع الذكي من العائلة الكبيرة.

وثالث الأمثلة تجده عندما انتشر نظام **نيوتن** الميكانيكي وقانونه للجاذبية، لقد وجد الناس أن الأجرام السماوية لا يجوز أن تخشى أو ترجى مشورتها في شؤون البشر، فما هي إلا قطع من المادة الجامدة تتحرك وفقا لقوانين كونية وبدا أن نظريات **نيوتن** تفترض أن كل الأجسام حتى أصغرها تخضع

لنفس القوانين الكونية، وبرغم أنه لم يمكن التحقق من ذلك، فإن نتيجة هذا الفرض هو أن كل الحركات الية بطبيعتها، وإن أحداث المستقبل لابد أن تنتج من الماضي في جبرية كما لو كانت إحدى الآلات.

فإذا كان هذا النظام يحكم المادة الحية وغير الحية، فمن الواضح أن قضية حرية الإنسان في الاختيار بين الخير والشر، أو في اختيار طريقه في الحياة ما هي إلا وهم كبير.

ثورة رابعة حدثت في علم الطبيعة، تتعدى نتائجها علم الطبيعة، بل هي تؤثر في نظرتنا العامة للكون، لأنها تؤثر في الفلسفة، وفلسفة أي عصر تخضع للعلم الذي يسود ذلك العصر، فأي تغيير جذري في العلم يتبعه رد فعل في الفلسفة، وهذا هو الحال في هذه القضية فالتغييرات في الفيزياء لها لون فلسفي متميز، والاستجواب المباشر للطبيعة عن طريق التجربة، قد كشف عن الخلفية الفلسفية التي كان العلم يسلم بخطئها حتى الآن.

ومن الطبيعي أن يؤثر التصحيح اللازم في الأساس العلمي للفلسفة، ومنها في تناولنا للمشاكل الفلسفية لحياتنا اليومية، فلا هل نحن مسيرون أو مخيرون؟ وهل العالم مادي أو ذهني في جوهره النهائي؟ أو هو الاثنان معًا؟ فإن كان فأيها الأساس؟ هل العقل من خلق المادة أو المادة من خلق العقل؟ هل العالم الذي ندركه حسيًا في المكان والزمان هو عالم الحقيقة النهائية أو هو مجرد مستار يخفي وراءه حقيقة أعمق؟

إن الهدف الأول من هذا الكتاب هو أن يناقش العلاقة المتبادلة بين الفيزياء والفلسفة، وعل حين تستعمل المناقشة اصطلاحات عامة، فإن لها

بالطبع علاقة خاصة بالتطورات الحديثة، وبتأثيراتها على المسائل الفلسفية ذات الطابع الذي ذكرناه، ولكن في البداية هيا نبحث في أسئلة عامة مثل: ما هي الفيزياء؟ وما هي الفلسفة؟.

ما هي الفيزياء

تشتت الفيزياء والفلسفة أصولها من العصور المظلمة حين بدأ الإنسان يميز نفسه عن أسلافه البدائيين مكتسبًا خصائص عاطفية وعقلية جديدة، صارت فيما بعد علاماته المميزة، أهمها حب الاستطلاع العقلي الذي أثمر الفلسفة، وحب الاستطلاع العملي الذي انتهى إلى العلم. وجد الإنسان البدائي، الذي ألقي في عالم لا يفهمه، أن راحته ورخاءه بل حتى حياته معرضة للخطر بسبب رغبته في فهم الطبيعة فهي مظاهرها المختلفة قد تيسر عليه حياته لكنها يمكن أن تنقلب ضده ألا يحدث أن تتبدل أشعة الشمس الواهبة للحياة والغيث اللطيف بالرعود والأعاصير؟ أوحى له هذا بمشاعر من الرهبة والخوف كتلك التي يحس بها تجاه الحيوانات الضارية والأعداء من البشر الذين يهددون حياته، ودفعه هذا إلى أن يطبق أهواءه على الأشياء الجامدة المحيطة به، فملأ دنياه بأرواح وعفاريت وآلهة وآلهات واناث كبيرة وصغيرة وعبدها لدرجة أن «الطبيعة بأكملها كانت مجموعة من الشخصيات الحية، كما قال **أندرو لانج** ، ومثل هذه التخيلات لم تقتصر على سكان الكهوف والهمج بل حتى **طاليس** Thales المليتي (640-546 ق. م) الفلكي والمهندس والفيلسوف آمن بأن «كل الأشياء عامرة بالآلهة».

وخلع الإنسان البدائي على هذه الشخصيات صفات وخصائص على درجـة مـن التحديد تماثل ما يصـف به أصدقاءه وأعـداءه الحقيقيين، وفي تصرفـه هـذا لم يكن مخطئـا كليًا، فقد أوجدهـا اعتياد الإنسـان على تكرار الأحداث، حتى الحيوانات تفعل نفس الشيء، فهي تتحاشى المكان الذي عانـت فيه تجربـة مؤلمة ظنًا منها أن مـا يؤلم مرة يجوز أن يـؤلم ثانية، وتعود إلى المـكان الذي وجـدت فيه طعامًا، على اعتبار أنـه موضع يرجي وجود الغـذاء فيـه، إن ما كان مجرد أفكار مترابطة في مع الحيوان ترجم إلى قوانين طبيعية في عقل الإنسان المفكر، وأدى هذا إلى اكتشاف مبدأ تماثل الطبيعة، فما حدث مرة سوف يحدث ثانية إذا تكررت الظروف، وحوادث الطبيعة لا تقع اعتباطا بل وفقا لنسـق لا يتغير، وبمجرد التوصل إلى هذا الاكتشاف أصبحـت العلـوم الطبيعية ممكنـة، فهدفها الأول هو الكشـف عن نسـق الأحداث على قدر ما يحكم وقائع العالم غير الحي.

الوضعية المنطقية Positivism:

هـذه المرحلة البدائيـة من التطور البشرى هي التي وصفها **أوجسـت كونـت** Auguste Comte (1798 – 1857) بمرحلـة الإيـمان بالقـوة السحرية للأصنام fetishism وإن كانت الآن **تسمى الإحيائية** animism، في هذه المرحلة اعتقد الإنسان أنه يستطيع تحوير مجرى الحوادث وفق إرادته ولمصلحته الشـخصية، عن طريق التأثير على الآلهة والأرواح التي ملأ بها دنياه، تارةً، باتباع سياسـة الاسـترضاء بالتعبد والقرابين وتارة أخرى عن طريق الصلوات والرقى والتعويذات.

يقـول **كونت** إنه بمضي الوقت آلت مرحلـة الإحيائية إلى مرحلة ثانية هي **المرحلة الميتافيزيقيـة** Metaphysical، حيث صارت الآلهة والأرواح مشـخصة، وأبدلت بقوى وأنشـطة وطبائع من الصعـب تصورها - وفي هذه المرحلة يبدو العالم محكومًا «بقوى حيوية» و«أنشطة كيميائية» و«مبدأ للجاذبيـة» وما شـابه ذلـك، وفي النهاية نطلـق على ذلك اسـم «الطبيعة» برغم أننا نشـير إليها كما لو كانت شـخصًا عاقلاً، وعند ذلك خرج مجرى الحوادث من تحكم الإنسان.

ويـرى **كونت** أن هذه المرحلـة الميتافيزيقية لابد أن تـؤدي بدورها إلى مرحلـة ثالثة **هـي المرحلة الوضعيـة** «positivist» فالقـوى، التي طردت الأرواح والآلهة سوف تطرد بدورها، ولن يبقى في العالم إلا الأحداث التي ليـس لها شرح أو تفسـير يمكن تقديمه، وواجب العلم الآن أن يكتشـف القوانين التي تتفق مع الأحداث وهذا ما نسميه «نمط الحوادث».

كمثـال على هذا، نذكـر أن الإنسـان البدائي اعتبر الشـمس إلهًا واهبًا للحياة، على حين اعتبرها الإغريق عربة إله تجرها الخيول، وفي عصر لاحق أقـل وثنية افـترض أن الملائكة موكلة بدفع الشـمس والقمر والكواكب، وبصيانة حركة الأفلاك السـماوية التي تثبت فيها النجوم البعيدة، وانتهت هـذه المرحلـة الإحيائية عندما ألغى تقدم العلوم فكرة إله الشـمس بخيله وعرباتـه والملائكـة بأفلاكهـا السـماوية، وعلى وجـه التحديـد انتهى هذا عندما أوضح **كوبرنيكوس** أن الحركة الظاهرية للشمس والقمر والنجوم عـبر السـماء تنتـج عـن الـدورة اليوميـة لـلأرض، في حين يمكن تفسـير حركـة الكواكـب بين النجوم عـلى أنها تدور حول شـمس ثابتة، وكان في

هــذا مقتــدي بالتعاليــم الســابقة **لفيثاغــورس وأرســطارخوس** وغيرهما وحتى عندما اكتشـف **كبلر** الأشـكال الصحيحة لهذه المدارات بعد ذلك بسـتين عامًا فقط افترض أن هناك «قـدرة، أو تأثير، للمحافظة على حركة الكوكب، وأن هناك انبثاقًا ماديًا من الشـمس يحث الكواكب على الحركة ولولاه لخمدت حركتها» بهذا دخل علم الفلك مرحلته الثانية.

وأبقـى **نيوتن** على قوة، الجاذبية، لكنه كان متنبهًا للمشـاكل الفلسـفية الناجمـة عن ذلـك، فعندما هاجمه **ليبنـز** لإدخاله كيفيـات غبية ومعجزات في فلسـفته أجـاب: «إن فهم حركات الكواكب تحـت تأثير الجاذبية بدون معرفـة سـبب الجاذبيـة، لهـو تقدم في الفلسـفة يشـبه فهم تركيـب إحدى السـاعات واعتـماد تروسـها كل على الآخر، بـدون معرفة سـبب جاذبية الثقل الذي يحرك الآلة».

بهـذا بـدأ الفلك يخطو نحـو **المرحلة الثالثـة** التي لم يبلغهـا بالكامل إلا مؤخرًا، فعالم الفلك اليوم لا يدعي أنه يفهم لماذا تتحرك الكواكب بطريقة معينة، بل هو يقنع بمعرفة أن حركة الكواكب يمكن وصفها بدقة شديدة وباختصار إذا تصورناها تقع في فضاء منحن.

اعتقـد **كونت** أنه لا مفـر من أن يمر أي علم بهذه المراحل الثلاث على التعاقب، واشتهر هذا ب **«قانون المراحل الثلاث»** بل إنه ادعى أن العلوم المجـردة يمكـن ترتيبها في هذا التسلسـل: الرياضيات، الفلـك، الفيزياء، الكيمياء، الأحياء، الاجتماع.

حيث يكون كل علم:

(أ) **أقدم تاريخيًا.**

(ب) أبسط منطقيًا.

(ج) أشمل في تطبيقه من العلم الذي يتلوه في القائمة.

على هذا تغيب بعض العلوم ذات الأهمية الفائقة في عصرنا الحديث كالجيولوجيا وعلم النفس من هذه القائمة، لأنها لا تجد لها موضعًا، ولكن إذا أدمجنا العلوم الصغرى مع الكبرى فإن القائمة تتخذ الوضع الأبسط التالي: الرياضيات، الفيزياء، الأحياء، الاجتماع وبهذا تتحقق المميزات التي زعمها صاحب القائمة

و مضى **كونت** ليدعي أن كل علم في هذه القائمة مستقل عما يتلوه وأنه يصل إلى **المرحلة الختامية أو الوضعية** قبل سواء، ولما كانت الرياضيات قد بلغت المرحلة الوضعية منذ البداية، فهذا يصل بنا إلى أن الفيزياء تعتمد على الرياضيات فقط، وأنها أول العلوم التجريبية التي وصلت إلى المرحلة الوضعية وسنبحث هذا في حينه، ولكن فلنبحث أولا في الطبيعة الحقيقية لعلم الفيزياء.

المعرفة الفيزيائية:

يعيش كل إنسان حياته العقلية داخل سجن لا مهرب منه، هو الجسم البشري وصلته الوحيدة بالعالم الخارجي من خلال أعضاء الحس، كالعيون والآذان. فهي أشبه بنوافذ نظر من خلالها إلى العالم الخارجي تنتقى معلوماتنا عنه، والذي تنقصه الحواس الخمس لا يعرف شيئًا عن هذا العالم، فهو لا يملك أداة للاتصال به، ولن يكون في عقله إلا امتداد لما كان فيه عند ميلاده.

في الإنسـان العادي، تسـتقبل أعضاء الحس هذه مؤثرات كإشعاعات ضوئيـة وأمواج صوتية... إلـخ من العالم الخارجي، هـذه تحدث تغيرات كهربية تنتقل عن طريق الأعصاب إلى المخ، حيث تحدث تغييرات من نوع آخر، نتيجة عمليات لا نفهم منها شيئا، وبهذا يحصل العقل على المدركات الحيـة perceptions مـن العالم الخارجي كما يسـميها هيـوم Hume، هذه بدورهـا تعطي انطباعـات وأفـكاره impressions & ideas، فالانطباع يدل على إحساس أو عاطفة أو شعور عندما يظهر المدرك الحي في العقل، والفكـرة تدل على ما يتبقـى من المدرك الحسي بعد أن يزول تأثيره المباشر، مثلاً تذكر الانطباع أو تكراره في الحلم.

هـذا لا يخـرج ما في عقل الإنسـان عن ثلاثة أشـياء، مـا كان فيه وقت الميـلاد، ومـا دخله عن طريـق أعضاء الحس، وما نمي فيـه من هذين عبر عمليـات النظـر العقلي بل إن هناك من أنكر الجـزء الأول بأكمله، متفقين مع الفيلسـوف الإنجليزي هوبز Hobbes (1588 – 1679) على أنه: ليس هنالك تصور في عقل الإنسان لم يمر أولاً على أعضاء الحس.. أو في عبارة أسبق للفلاسفة المدرسيين:

(nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu)

أي «ليس في الفهم شيء لم يكن من قبل في الحواس».

وفكـر غيرهـم مـع ليبنتـز Leibniz (1646 – 1716) في أنـه يجـب تصحيـح العبارة بإضافة الكلـمات الآتيـة (nisi intellectus ipse وأي، ماعدا الفهم ذاته) فتصبح العبارة كالآتي:

ليس في الفهم شيء لم يكن من قبل في الحواس ما عدا الفهم ذاته، وسنعود لهذه المسائل بالتفصيل عندما تحتاج إليها في بحثنا.

عندما ينمي إنسان محتواه العقلي فإنه يكتسب معرفة جديدة، وهذا يحدث عندما ينشأ اتصال بين العالمين الموجودين على جانبي أعضاء الحس، عالم الأفكار في عقل الإنسان المفرد، وعالم الأشياء الخارج عن عقول الأفراد وهو مشترك النسبة لنا جميعا.

ودراسة العلوم تزودنا بهذه المعرفة الجديدة، فالفيزياء تزودنا بمعرفة دقيقة لأنها مبنية على قياسات دقيقة، والفيزيائي قد يعلن مثلا أن الوزن النوعي للذهب 19,320 وهو يقصد بهذا أن النسبة بين وزن قطعة ما من الذهب إلى ما يماثلها حجمًا من الماء هي 19,32، وقد يقول إن طول موجة الخط «هـ ا» في طيف ذرة الهيدروجين 0,00065628 من السنتيمتر ومعنى هذا أن النسبة بين طول موجة الضوء «ه ا» إلى السنتيمتر هي 0 00,00065628 ويكون تعريف السنتيمتر أنه جزء محدد من قطر الأرض، أو طول قضيب معين من البلاتين، أو مضاعف محدد لطول موجة أحد خطوط الطيف لعنصر الكادميوم، هذه الأقوال تدخل معرفة حقيقية في عقولنا، لأن فكرة الأرقام وفكرة النسب، مألوفتان لعقولنا، وهكذا تحدثنا هذه العبارات عن أشياء جديدة في لغة قابلة للفهم.

تعبر كل نسبة عن علاقة بين شيئين لا نفهم كلا منهما على حدة، كالذهب والماء مثلاً، فعقولنا لا تستطيع أن تخطو خارج سجنها لكي تعلم علم اليقين، ما هو الذهب أو الماء، أو ذرة الهيدروجين أو السنتيمتر

أو الطول الموجي، فهذه الأشياء موجودة في العالم الغامض خارج أعضاء الحس، ونحن على صلة بها عن طريق الرسائل التي تتلقاها منها من خلال نوافذ الحس، هذه الرسائل لا تدلنا على جوهر هذه الأشياء، إلا أن عقولنا تعرف وتفهم النسب التي هي أعداد خالصة، وإن كانت تتعلق بكميات غير مفهومة، وعن طريق هذه النسب التي هي أرقام نستطيع أن نكتسب معرفة حقيقية عن العالم الخارجي.

إن المادة الخام لأي علم لابد أن تتكون من حقائق متجمعة، وقيم النسب التي تحدثنا عنها هي المادة الخام للفيزياء، ولكن مجموعة من الحقائق ليست علمًا أو كما لاحظ **بوانكاريه** Poincare فإن كومة من الحجارة ليست منزلاً - فعندما نبدأ في بناء منزلنا أي في ابتكار علم من العلوم، فلابد أولا من أن نوفق بين مجموعة من الحقائق، عندئذ نجد أن عددًا كبيرًا من الحقائق المنفردة يمكن أن نلخصه في عدد أقل من القوانين العامة، وهذا بالفعل هو أعظم وأشمل الحقائق العلمية كما توضح الدراسة التجريبية - فالحجارة تتلاصق وتتشارك بطبيعتها الداخلية كي تشكل منزلا، أو باختصار فإن أفعال الطبيعة تخضع للمنطق، فالمنزل يخضع لتركيب منطقي وليس مجرد كومة من الحجارة، هذا المنزل ستكون له ملامح خاصة معلومة، وبذلك نفهم الأسلوب الذي تجرى عليه الأحداث.

في الطبيعة تكون الأحجار المنفصلة أعدادًا، والنسب التي ذكرناها وملامح المنزل هي علاقات بين مجموعة من الأعداد، هذه العلاقات يسهل حفظها وشرحها إذا وضعناها في صيغ رياضية، هكذا يتركب

منزلنـا العلمي من مجموعـة من الصيغ الرياضية، وبهـذه الطريقة وحدها نعبر عن نمط أحداث الطبيعة.

ولنضرب لذلك مثلا، يجد الفيزيائي أن طيف ذرة الهيدروجين يتكون من الخط هذا الذي ذكرناه سابقا، وأيضا من عدد هائل من خطوط يمكن تمثيلها بـ هـ ب، هـ ج، هـ د،... إلخ.

والأطوال الموجية لهذه الخطوط أمكن قياسـها، ووجد أنه من السـهل التعبـير عـن العلاقة التـي تربطهـا في صيغة رياضيـة، وهـذا بالضبط هو الأسـلوب الـذي بني عليه منـزل الطبيعة العلمي: عدد كبـير من الحقائق المنفصلة التي شاهدناها تتجمع في صيغة رياضية واحدة، ومعلوماتنا عن عالم الطبيعة نعبر عنها من خلال مجموعة من مثل هذه الصيغ.

تمثل الطبيعة على هيئة صور:

كان في ذلـك صعوبة، هي أن عقولنا لا ترحـب بالمعرفة المعبر عنها في قالب رياضي مجرد، فقدراتنا العقلية وصلت إلينا عبر سلسلة من التطور، في كل مرحلة منها لم يكن الاهتمام الأول لأسلافنا هو الفكر في الخطوات النهائيـة للطبيعـة، ولكـن الانتصـار في صراع الحياة أو كيـف تقتل غيرك بـدون أن تقتـل، ولم يحدث هذا عن طريق التأمل في صيغ رياضية، بل عن طريق التكيف مع الحقائق العملية والمشـاكل اليومية المباشرة، ومن يفشل في هذا ينتهي، ونقل إلينا أسـلافنا عقولا مهيئة للتعامل مع الحقائق المادية أكثر من المفاهيم المجردة، ومع الخصوصيات أكثر من العموميات، عقولا ترتاح أكثر للتفكير في الجوامد، في السكون والحركة أو في الجذب والدفع

والتأثيرات أكثر منها في محاولة هضم الرموز والصيغ، فالطفل الذي يبدأ في تعلم الجبر لا يتقبل بسهولة س، ص، ع ولكنه يقتنع عندما تخبره أن هذه ما هي إلا مجموعة من التفاح أو الكمثري.

بنفس الطريقة لم يكن الفيزيائيون في جيل سابق مرتاحين ل س، ص، ع التي استخدمت لوصف الأسلوب الذي تجرى عليه أحداث الطبيعة، فدأبوا على تفسير هذه الرموز في لغة الأشياء الملموسة المادية، وحسبوا أنه إذا وجد طراز أو أسلوب ثابت فلابد أن هناك آلة تستمر في العمل على هذا الطراز، وأرادوا أن يفهموا هذه الآلة، وكيف تعمل؟ ولماذا تعمل بهذا الأسلوب بدلا من غيره؟ وكانوا يسلمون أو على الأقل يأملون في إثبات إمكانية تشبيه المكونات النهائية لآلة الطبيعة بأشياء مألوفة لهم مثل، المغزل أو كرات البليارد أو المواد الهلامية أو النحلة اللفافة وفي وقت ما كانوا يطمعون في تركيب نموذج تحتذيه ظواهر الطبيعة، وبذا يمكن التنبؤ بها جميعا.

وفكروا أن مثل هذا النموذج يتفق مع الحقيقة الكامنة خلف الظواهر الطبيعية، ولم يضع أحدهم في اعتباره الموقف الذي قد ينشأ إذا اكتشف نموذجان كل منهما يكرر ظواهر الطبيعة بصورة كاملة.

مثل هذا الموقف لا يخلو من إثارة، فلو اكتشفنا مثل هذين النموذجين الذين يمكن استخدامها في التنبؤ بظواهر الطبيعة، فأي مقياس يصلح للمفاضلة بينهما؟ لو وجدنا أحدهما يفسر ظواهر الطبيعة كلها فإن الآخر قد يتقدم ليقوم بنفس المهمة، أي أنه يجوز لأي نموذج أن يدعي أنه ينوب عن الحقيقة، والنتيجة أنه لا يصح الربط بين أي نموذج وبين الحقيقة.

واليـوم، فإننا لا نمتلك هذا النموذج الكامـل المثالي، بل ونعترف بأنه لا فائدة من البحث عنه، فمن الجائز ألا يكون له معنى مفهوم بالنسبة لنا، لأن الطبيعة لا تمـارس عملها بالطريقة التي يمكن توضيحها لعقولنا عن طريق النماذج والصور.

إذا كنـا نفسر نظامًا معقدًا أو طريقة عمل آلة، فلكي نكون مفهومين لابد أن نتحدث إلى المسـتمعين بلغـة يفهمونها، وبمصطلحات الأفكار المألوفـة لهم وإلا فلن يكـون لكلامنا معنى، فليس من المستحسـن مثلا أن نقـول - لجماعـة من الهمـج - إن الزمن التفاضـلي للإزاحة الكهربية يسـاوي دوران القـوة المغناطيسـية مضروبة في سرعة الضـوء، وبنفس الطريقة إذا أردنا للطبيعة أن تكون مفهومة لنا فلابد أن يكون ذلك بلغة الأفـكار الموجودة في عقولنا - وإلا أصبحـت مبهمة لا تضيف لمعرفتنا شيئا، ورأينا فيما سبق أن هناك ثلاثة أنواع من الأفكار في عقولنا، أفكار موجـودة في عقولنـا منذ الـولادة، وأفـكار دخلت عقولنـا كمدركات حسـية، وأفـكار تطـورت عن هذه الأفـكار الأولية من خـلال التفكير والاستدلال.

مثـل هذه الأفكار التي بدأت كمدركات حسـية، ودخلت عقولنا عن طريق الحواس الخمس، يمكن أن تصنف على أساس الحاسة التي دخلت منهـا، وعـلى هذا الأسـاس يحتـوي أي عقل عـلى أفكار بصرية وسـمعية ولمسـية... إلخ، إلى جانب أفكار أساسـية كفكرة العـدد والكمية التي قد تكـون موجودة منذ الـولادة أو دخلت عقولنا من خلال حواس متعددة، كـما يحتوى أفـكارًا أكثر تعقيدًا نتجـت عن تركيب وتجميع أفكار بسـيطة

مثـل: الجـمال الفنـي أو الكـمال الأخلاقي، أو السـعادة النهائيـة أو «كش ملـك» أو حريـة التجـارة وأنه لمن العبـث أن نحاول تفهـم الطبيعة بدون اللغـة الفكريـة التي تنتمي لهـذه الأنواع. مثلاً، إذا أردنـا أن نشرح وظيفة الأوركسـترا نسـتعمل مصطلحات موسـيقية مثل طبقة الصوت. وشدته وحدتـه، ولكن هذا الشرح لن يفهمه رجل ظل طوال حياته أصم لأنه لا يملك أفكارًا سـمعية وأيضـا لن تتمكن من شرح منظـر طبيعي أو لوحة زيتيـة لرجل كفيف، لأن اللـون والإضاءة أفكار بصريـة وهذا الرجل لا يملك أيًا منها.

فلا هذه الأفكار المعقدة، ولا غيرها من الأفكار التي دخلت عن طريق السمع والتذوق والشم مثل ذكريات عشاء جيد أو حفلة موسيقية يمكنها أن تساعدنا في تفهم سير الطبيعة الجامدة، ولعل سببا واحد يكفي لهذا هو أن أيـة من هـذه الأفكار ليس له علاقـة مباشرة بإدراكنـا الحسي للامتداد المكاني، وهو أحد الأساسـيات الواجب تفسـيرها فليس لدينا إلا الأفكار الرئيسـية كالعـدد والكميـة، والأفـكار التـي دخلـت عقولنا عـن طريق حاسـتي البـصر واللمس، ومن بين هاتين الحاسـتين يمدنـا البصر بأفكار أكثـر حيويـة وأهمية من اللمس لأننا نعـرف العالم حولنا بالنظـر إليه أكثر من لمسـة وإلى جانب العدد والكمية فإن أفكارنا البصرية تشمل الحجم أو الامتداد في المكان، والموضع المكاني والشكل والحركة، والأفكار اللمسية تشمل هذا كله بطريقة أقل حيوية، وتشمل أيضا أفكارًا لمسية خالصة مثل الصلابة والضغط والتصادم والقوة، فإذا أردنا التفسـير الطبيعة أن يكون مفهومًا فعلينا أن نعتمد على أفكار من هذا القبيل.

تفسيرات هندسية للطبيعة:

بذلت محاولات متعددة من أجل تفسير الطبيعة اعتمادا على أفكار بصرية فقط، مستخدمة أساسًا فكرتي الشكل - أي الصور الهندسية والحركة. ولنضرب لذلك أمثلة ثلاثة من العصور القديمة والوسطى والحديثة هي:

1- اعتقاد الإغريق بأن الطبيعة تفضل الحركة الدائرية لأن الدائرة هي الشكل الكامل هندسيًا، وهو تفسير ظل رائجًا حتى القرن الخامس عشر الميلادي على غير اعتبار لتناقضه مع الواقع.

2- النظام الذي وضعه **ديكارت** محاولاً تفسير الطبيعة بلغة الحركة والدوران وهو الآخر يتناقض والواقع.

3- نظرية أينشتاين لنسبية الجاذبية، وهي في صورة هندسية صرفة، وهي على قدر معرفتنا تتفق تماما مع الحقائق.. وسنتناولها بالتفصيل فيما بعد.

وباختصار تخبرنا هذه النظرية أن الجسم المتحرك أو شعاع الضوء يسير في أقصر الخطوط من موضع لآخر، أو بعبارة أخرى يسير تقريبًا في خط مستقيم بمقدار ما تسمح الظروف، مثل هذا الخط يطلق عليه اسم **الجيوديسي** Geodesic، وهذا **الجيوديسي** ليس موجودًا في الفضاء المعروف، بل في فضاء مثالي ذي أربعة أبعاد ينتج عن إدماج الزمان والمكان، وهذا الفضاء ليس فقط رباعي الأبعاد بل هو أيضا منحن، وهذا الانحناء هو الذي يمنع الجيوديسي من أن يصير خطة مستقيمة، ولقد

بذلت محاولات متعددة لتفسير الظواهر الكهربية والمغناطيسية بطريقة مماثلة لكنها لم تنجح حتى الآن.

قد يكون وصف هذا الفضاء رباعي الأبعاد بأنه فكرة بصرية موجودة في عقولنا أمرًا بعيد الاحتمال، فلعله مجرد فضاء عادي منحناه قدرًا من التعميم، ولكن في هذه الحالة يكون هذا التعميم خارجًا عما استقر عليه العرف، إن عالم الرياضيات المتمرس قد يستطيع أن يتفهم هذا الفضاء بطريقة جزئية ومبهمة، ولكن من المستحيل على غيره أن يفهم هذا الفضاء على الإطلاق، وإذا لم نسلم بأن عقل الشخص العادي فيه فكرة عن هذا الفضاء المنحنى رباعي الأبعاد، فليس أمامنا إلا الإقرار بأن جانبًا كبيرًا من العالم لا يمكن فهمه بلغة الأفكار البصرية.

وحتى لو وجدنا هذا التفسير الهندسي فإنه لن يقنع عقولنا المعاصرة بما فيه من دقة وكمال، لقد كان العقل الإغريقي يجد تفسيرًا مقنعًا في افتراض أن النجوم أو الكواكب تتحرك في أشكال هندسية كاملة، فقد كان العالم كامل ينتظر فقط من يشرحه، وهنا وجدوا جانبًا من الشرح، أما نحن فعقولنا تفكر بطريقة مخالفة، والتفاؤل قد ترك مكانه للتشاؤم إلى حد لا يسمح بالثقة في هذا الميل للكمال، فإذا قيل إن كوكبا يتحرك في دائرة كاملة أو في شكل جيوديسي أكمل فإننا نتساءل لماذا؟

إن جيوتو Giotto عندما رسم دائرته الكاملة (1) لم يكن قلمه مجبرًا على أي نوع من الكمال، وإلا كان ينبغي أن نتمكن جميعًا من رسم دوائر كاملة، ولكن عضلاته كانت تحرك القلم بمهارة فائقة، إننا نريد أن نعرف ما الذي يزود الكواكب بدليلها، وهذا يحوجنا إلى أن نضيف للأفكار البصرية الخالصة ذات الشكل الهندسي أفكارًا لمسية.

التفسيرات الميكانيكية للطبيعة:

التفسـيرات التي تأتي بأفكار لمسـية: كالقوى والضغوط والشد تكون بطبيعتها ديناميكية أو ميكانيكية، وليس من الغريب أن مثل هذه التفسيرات قد جربت من أيام الإغريق إلى الآن، إن أسلافنا غير المتحضرين اضطروا للتفكـير في القـوى العضليـة أكثر مـن الدوائـر الكاملة والجيوديسـيات، ويخبرنا **أفلاطون** أن **أنا كسـاجوراس** Anaxagoras الفيلسـوف رغم أنه يستطيع تفسير الطبيعة على أنها آلة. وفي أزمنة أحدث ظن **نيوتن** Newton **وهوغنـس** Huygens وغيرهما أن التفسـيرات الوحيـدة الممكنة للطبيعة ميكانيكية، وعلى هذا كتب **هوغنس** 1690:

> **«في الفلسـفة الحقيقية يعبر عن أســــــباب كل الظواهر الطبيعية بمصطلحـات ميكانيكيـة، وفي رأيـي أن علينـا أن نفعـل هذا وإلا لنتخل عن كل أمل في فهم أي شيء في الفيزياء».**

وربـما كان الإنسـان العـادي في زماننا يؤمـن بآراء مماثلة، وأي تفسـير لا يسـتخدم لغـة الميكانيـكا سـيبدو غير قابـل للفهم، كما حـدث ل**نيوتن وهوغنس**، لأنه عندما يحرك شيئًا فهو يجذبه أو يدفعه عن طريق عضلاته، ولا يمكنه تصور أن الطبيعة لا تقوم بحركاتها بطريقة مماثلة.

ويقدم نظام **نيوتن** الميكانيكي محاولات لتفسير الطبيعة في لغة ميكانيكية، وقـد تدعم على مر الزمن بتصورات ميكانيكية للكهرومغناطيسـية قدمها **مكسـويل** maxwell، **وفـاراداي** Faraday كلهـا رأت العالم مجموعة من الجسـيمات تتحرك بتأثير الدفع والجذب من جانب جسيمات أخرى، هذا الدفع والجذب يماثل ما تفعله عضلاتنا بالأشياء التي نلمسها.

وسوف نتبين ما بعد كيف لحق الفشل بهذا التفسير وبغيره من التفسيرات الميكانيكية، لقد أوضح لنا تقدم العلم بالتفصيل لماذا فشلت وستفشل جميع هذه التفسيرات وسنذكر هنا سببين بسيطين لهذا الفشل.

السبب الأول: تقدمه نظرية النسبية، فجوهر التفسير الميكانيكي أن كل جسيم في أي نظام ميكانيكي محدث دفعًا أو جذبًا حقيقيًا ومحددًا، ولذلك ينبغي أن يكون موضوعيا من حيث قياس كميته أو كيفيته بمعنى أن يظل قياسه ثابتًا مهما اختلفت طريقة القياس، تماما كما تتساوى قراءة ميزان زنبركي «النابض» مع قراءة ميزان ذي صنج «كفتين» لثقل معين، ولكن نظرية النسبية تظهر أن الحركة إذا أخذت في الاعتبار مع القوة، فسيختلف تقدير هذه القوة كميًا وكيفيًا باختلاف سرعة الراصدين الذين يقيسونها، وكل من هذه القياسات المختلفة له الحق في أن يعتبر صحيحة تمامًا، وهكذا لا تعتبر القوى المفترضة موضوعية، وإنما هي تركيبات عقلية نصنعها لأنفسنا في محاولتنا لتفهم عمل الطبيعة وسنرى نماذج أوضح على هذا فيما بعد.

والسبب الثاني: تقدمه **نظرية الكم**، فالتفسير الميكانيكي يتضمن أن جسيمات الكون تتحرك في المكان والزمان، وأن حركتها محكومة بعوامل تتحرك أيضا في المكان والزمان، ولكن **نظرية الكم** أوضح أن الأنشطة الأساسية للطبيعة لا يمكن تمثيلها على أنها تقع في المكان والزمان، فهذه الأنشطة ليست ميكانيكية بالمفهوم العادي للكلمة.

على أية حال فليس هناك تفسير ميكانيكي مقنع أو نهائي، وحتى لو فرضنا أن النسق الذي تجرى عليه أحداث الطبيعة يمكن تفسيره على

أساس أن المادة تتكون من ذرات كرية صلبة، وأن كلا منها أشبه بكرة بليارد صغيرة، فسيبدو هذا التفسير الميكانيكي لأول وهلة متكاملاً، ولكننا سرعان ما سنجد أنه أدخلنا في حلقة مفرغة، فهو يفسر كرات البليارد على أنها ذرات، ثم يعود فيفسر الذرات على أنها مثل كرات البليارد، وفي النهاية لا نكون تقدمنا خطوة نحو فهم كرات البليارد أو الذرات، وكل التفسيرات الميكانيكية عرضة لانتقادات مشابهة فهي كلها من نوع «أ مثل ب وب مثل أ»، ونحن لن نضيف شيئا عندما نقول إن آلة الطبيعة تعمل مثل عضلاتنا إذا لم تفسر كيف تعمل عضلاتنا، وها نحن نصل إلى أن عقولنا لا تقتنع بغير تفسير ميكانيكي، وأن هذا التفسير الميكانيكي لا قيمة له، وفي النهاية نجد أننا لن نفهم الجوهر الصادق للحقيقة.

الوصف الرياضي للطبيعة:

بين تقدم العلم أن تمثل الطبيعة في شكل مصور يمكن أن تتفهمه عقولنا المحدودة أمر مستحيل، لقد عادت بنا الدراسة إلى المفهوم الوضعي للفيزياء، فإذا كنا لا نفهم أحداث الطبيعة فلنقنع بوصف النمط الذي تسير عليه في مصطلحات رياضية، ولن يكون لنا هدف آخر إلى أن تمتلك حواسة أخرى أكثر مما لدينا، وقد يختلف مجال علماء الفيزياء في سعيهم لفهم الطبيعة، فيكون أحدهم بمهد التربية والثاني يبذر والثالث بحصد ولكن في النهاية فالمحصول دائمًا مجموعة من الصيغ الرياضية التي لن نصف الطبيعة نفسها ولكن مشاهداتنا لها، والدراسة لا يمكنها أن تضعنا على صلة مباشرة بالحقيقة، لأننا لن نغوص خلال الانطباعات التي تطبعها الحقيقة على عقولنا.

برغم أنه ليس في استطاعتنا أن ننشئ تمثلاً مصورًا يكون صادقًا مع الطبيعة ومفهومًا لعقولنا في آن واحد، إلا أن هذه التمثلات أو الأمثلة قد تجعل بعض جوانب الحقيقة قابلة للفهم، والحقيقة الكاملة لا تسمح بتمثلات مستساغة الفهم، ولهذا فكل تمثل أو مثال محكوم عليه بالفشل على نحو ما، كان علماء الفيزياء في الجيل الماضي عاكفين على وضع التمثلات المصورة والأمثلة، وتكرر وقوعهم في خطأ معاملة أنصاف الحقائق هذه على أنها حقائق كاملة، ولم يلاحظوا أن كل التفاصيل المجسمة لهذه الصورة بما فيها من أثير حامل للضوء وقوى كهربية ومغناطيسية وذرات والكترونات إنما هي رداء ألبسوه لرموزهم الرياضية، وأنه لا مكان لها في عالم الحقيقة بل في الأمثلة التي حاولوا بها تفهم الحقيقة، فمثلا عندما افترضوا بالملاحظة أن الضوء له طبيعة الموجات، اعتادوا أن يصفوه على أنه تموجات في وسط صلب متجانس من الأثير الذي يملأ كل الفضاء، والحقيقة المؤكدة الوحيدة في ذلك الوصف هي في كلمة وتموجات،، وحتى هذه الكلمة لابد أن تفهم بمعناها الرياضي الضيق والباقي كله إسهاب في الوصف أدخلناه لنساعد به عقولنا المحدودة، لقد نقل عن **كرونيكر** أنه قال:

> «**في الحساب خلق الله الأعداد والباقي من صنع الإنسان**» وعلى نفس المنوال نقول إنه في الفيزياء خلق الله الرياضيات والباقي من صنع الإنسان.

خلاصة ما سبق أن علم الفيزياء يسعى إلى كشف نمط الأحداث التي تتحكم في الظواهر التي نشاهدها، ولكننا لن نعرف أبدًا ما يعنيه

هذا النمط؟ أو كيف نشـأ؟ وحتى إذا دلنا عليه من هو أذكى منا فسـيكون التفسـير عسـيرًا على الفهم، إن دراسـاتنا لا تضعنا أبدًا أمام الحقيقة، ولا مفر من أن يظل معناها الصادق وجوهرها محجوبين عنا إلى الأبد.

ما هي الفلسفة؟

كانت هذه هي الفيزياء، أما الفلسفة فإن الحديث عن تعريفها أصعب وبرغـم أن غالبية الفلاسـفة كان لهم نظراتهم الخاصـة والمختلفة في ذلك، لم يتوسـع إلا قلـة منهم في البحث عن تعريف لهـا. عرفها هوبز (1679 - 1588) بأنها:

«**معرفة النتائج من أسـبابها، والأسـباب من نتائجهـا**» وبعبارة أخرى فالفيلسـوف يختلـف عـن عـالم الفيزيـاء في أنه يحـاول الكشـف عن نمط الأحـداث في العـالم على نطاق واسـع ليـس في الطبيعة الجامـدة وحدها، وكان لهيجـل رأي آخـر، فقد عرف الفلسـفة على أنهـا: «die den kende Betrachtung der Gegenstande» أو دراسة المواضيع بالفكر والتأمل، - وهـذا يوحي بعلاقة - وإن كانـت مختلفة بالعلم الذي يدرس المواضيع بالتجربـة والاسـتقصاء المبـاشر، وعلى حين أن العالم يشـتغل في معمله أو حقلـه أو في السـماء المضيئـة بالنجوم، فإن معمل الفيلسـوف هو مخه، وأيا كان الأسـلوب الذي نعرف به كلاً من العلم والفلسـفة فإنها متجاوران، وحيـث ينتهـي العلم تبدأ الفلسـفة، وكما أن للعلم أقسـامًا كثيرة فكذلك للفلسـفة، وعـلى جانبي الحد الفاصل بين العلم والفلسـفة نجد أن قسـم الفيزيـاء يقابلـه قسـم الميتافيزيقا، والفاصـل هنا محدد بوضـوح إذا أخذنا

بـرأي الوضعية المنطقية في الفيزياء فعندها لابد أن نتفق مع **كونت** على أن مهمة الفيزياء هي الكشـف عن الحقائق وصياغتها، أما التفسـير والمناقشة فمن شـأن الفلسـفة ولكن في إمكان الفيزيائي أن يحذر الفيلسـوف مسبقًا كي لا يتوقع أي تفسير قابل للفهم عن أنشطة الطبيعة.

على ضوء هذا التجاور بين العلم والفلسـفة لا نسـتغرب أن كثيرا من الفلاسـفة كانـوا علـماء الفيزياء في نفـس الوقت منذ بدايـة التاريخ الملون حتى نهاية القرن. السـابع عشر، فالأسماء الرنانة في الفلسفة، مثل **طاليس** و**أبيقـور** و**هرقليطس** و**أرسـطو** و**ديـكارت** و**ليبنتز** كانت أسـماء كبيرة في العلم أيضًا.

وسيكون من المستحيل أن نفهم العلاقة الحقيقية بين الفيزياء والفلسفة قبـل أن نلقي لمحـة على بعض الأشـكال التي اتخذتها الفلسـفة على مجرى تاريخها الطويل، وليست هذه محاولة للإحاطة بالتاريخ العام للفلسفة فهو أمر خارج عن نطاق كتابنا، ولكن فلنحاول أن نتبع علامات بارزة في هذا التاريخ.

الفلسفة القديمة:

تكاد الفلسفة الأوربية القديمة تكون كلها إغريقية، وبالنسبة للإغريق كانت الفلسـفة تعني ببسـاطة ما يدل عليه اسـمها «حب الحكمة» ولكن فكرة الحكمة عندهم لم تكن مماثلة لفكرتنا، فقد كانت حكمتهم مبنية على النظـر والتخمين والتأمل أكثر منها على المعرفـة الأكيدة أو الحقائق الثابتة فتلك كانت بعيدة عن تقبلهم، وباختصار كانت الحكمة عندهم أبعد عن

الأسلوب العلمي من حكمتنا، ومع ذلك ظلت على صلة بالعلم فقد احتوت على قدر من المعرفة الحقيقية عن الرياضيات والفيزياء والفلك، بالإضافة إلى اهتمام كبير بالتأمل في علوم الكون، وفي التركيب الأساسي للعالم وفي القوانين التي تحكم نظام الأحداث.

ولكن الفلسفة عند الإغريق كانت أكثر اهتمامًا بفن تسيير الحياة العامة والخاصة، مفضلة أن تناقش مواضيع مثل: غاية ومعنى الحياة، والمبادئ الخلقية للتصرف، وأجدى السبل لتنظيم المجتمع البشرى وأفضل الأشكال للحكومة، وللتعليم... إلخ، إلى جانب مواضيع أخرى أقرب إلى التجريد.

وهي أيضا قريبة من ذلك مثل معنى العدالة والحقيقة والجمال، وعلى العموم كان الفيلسوف هو الذي ينظر إلى ما وراء الحياة اليومية الرتيبة، والذي يشق طريقه في الحياة منتفعًا بالحكمة التي تجمعت لدى الجنس البشري، والتي كانت قليلا من المعرفة المختلطة بكثير من الاستنتاجات النظرية توصل إليها عن طريق التأمل والاستدلال المجرد والمناقشة.

فلسفة العصور الوسطى:

ثم أتت العصور المظلمة التي خبا فيها الضوء الباهر للثقافة الإغريقية، وفي تلك الفترة ظهرت المسيحية وغزت جزءًا كبيرًا من العالم، مدخلة أنماطا أخلاقية جديدة، وشكلت آراء الإنسان حول معنى وغاية الحياة، وبهذا الدور سيطرت على جانب كبير من اختصاص الفلسفة، فأتت بحلول لمشاكل كانت محلاً للنقاش الفلسفي، واعتبرت هذه الحلول

منزهـة ومعصومـة من الخطـأ، فإن تصريـف الحياة لا ينبغـي البحث عن سبيله في دراسة الفلسفة أو تدريب العقل بل في تعاليم الدين..

وإذا كانت الفلسفة قد حافظت على أي وجود في تلك الفترة فقد كان ذلك من خلال الكنيسـة التي حاولت تطعيـم العقائد الدينية على المبادئ القديمة للفلسـفة الإغريقية، وكانت دراسـتها مقتـصرة على رجال الدين وعلى الأخص الرهبان، ولغتها هي اللاتينية لغة الكنيسة برغم أنها لم تكن من اللغات الحية.

كانـت الفلسـفة الإغريقية معنية أساسـا بمشـاكل المواطنة والأخلاق والبحث عن الخير والجمال، على حين كانت الفلسفة الوسيطة تهتم بدقائق وفتـاوى العقيدة الدينية، وكانت الفلسـفة الإغريقيـة تحاول أن تتقدم عن طريق الفكر والتأمل المحكوم، على حين كانت فلسـفة العصور الوسـطى تحاول ذلك عن طريق أساليب عقيمة من القياس والمماحكات المنطقية.

كانت الفلسـفة الإغريقية تسـعى نحو الارتقاء إلى مـا هو أفضل، على حين ظلت الفلسـفة الوسـيطة تحـاول أن تغرس تقبلاً لا يناقش للسـلطة القائمـة واستسـلامًا للنظـام الـذي لا يتغـير، ولم تعـد كلمـة الـسر هـي (excelsior) أي الأفضل بل «Semper eadem»، أي على نفس النمط.

وإن كان العلـم قـد بقـي له بعـد كل ذلك وجود، فقـد كان علمًا ربط نفسـه كما تعلم ببحث عقيم عن حجر الفلاسـفة وإكسير الحياة وبالسيماء والتنجيم، والسـحر والفنون السـوداء، كان علمًا ذا أهداف نفعية لا قيمة لها.

فلسفة عصر النهضة:

في منتصف القرن الخامس عشر، لاحت بوادر ضوء جديد، فقد أفسحت ظلمة العصور المقبضة مكانها الفجر جديد من النشاط العقلي والروحي، وفي المائة والخمسين عامًا الأولى من هذا العصر الجديد انصب الاهتمام على الإنسانيات فقد أتى الإلهام من الآداب الكلاسيكية، وبحلول القرن السابع عشر بدأ اهتمام علمي جديد يظهر، متخذًا نمطًا فكريًا أبعد عن النفعية وبدأ بهذا إرساء دعائم العلم الحديث.

وبدأ الاهتمام بالفلك، كانوا في العصور الوسطى يحسبون أن الكون عبارة عن أرض مركزية الجحيم من تحتها والسماء من فوقها، حيث يجلس الإله على عرشه من فوق القدس إلى أبد الآبدين.. على حين يدور الشمس والقمر والنجوم من حول كرة الفلك السماوية التي تدفعها الملائكة باستمرار حول الأرض وكل شيء مصمم خصيصا ليوفر أكبر قدر من الراحة لسكان الأرض، ثم ذهبت كتابات **كوبرنيكوس** وأفكار **برونو** ومشاهدات **جاليليو** بهذا العالم إلى غير رجعة، وبدأ عالم آخر يبني مؤسسًا على فلك **جاليليو** Galileo و**كيبلر** Kepler و**نيوتن**.

وسرعان ما مرت الفيزياء بتغير مشابه، أصبح الآلهة والآليات الوثنية نسيًا منسيا، ولم يعد هناك مجال لاعتبار الطبيعة مجموعة من الشخصيات الحية تتعامل مع بعضها وتتدخل في أحوال البشر وفق نزواتها، فقد بدأ الإنسان يتساءل عن الطبيعة: ما هي؟ وكيف تعمل؟ وجاء وقت صورت فيه كآلة هائلة من تروس وقضبان وأذرع لا يزيد أحد أجزائها عن ناقل الحركة التي يتلقاها من الأجزاء الأخرى منتظرة نبضة جديدة ليعاود الحركة.

أدخل هذا تبسيطًا جميلاً على الطبيعة غير الحية، لكنه في الوقت نفسه هدد بإقحام تبسيط غير مستساغ في الحياة البشرية، فمن خلال هذه النظرة للطبيعة نمت فلسفة مادية على يد هوبز كمدافع رئيسي عنها، رأت أن العالم بأكمله يتركب من مادة وحركة، وأن المادة هي الحقيقة الوحيدة، وأن كل الحوادث من أي نوع لا تخرج عن كونها حركة للأداة، والإنسان ما هو إلا حيوان ذو جسم مادي، تنتج أفكاره وعواطفه على حد سواء من الحركة الميكانيكية لذرات جسمه.

فإن صح أن عالم الذرات يعمل وكأنه آلة مجبرة على نظام محتوم، فسيهبط الجنس البشري كله إلى مرتبة تروس الآلات، فلا قدرة لإنسان على المبادرة وغاية ما يستطيعه هو توصيل الحركة، ومحاولة دفع إنسان ليكون على خلق أو ذا نفع بشبه توجيه النصح للساعة كي تسير بدقة، فحتى لو كان للساعة عقل فإنها لا تسير بمشيئة عقلها بل تبعًا لوزنها ووجهة بندولها، ونحن إذن لا نختار طريقنا بل هو منتقى لنا تبعًا لنظام الذرات في أجسامنا، وما الحرية المتخيلة لإرادتنا إلا وهم كبير.

ومع ذلك فهذه الحرية الموهومة للإرادة هي التي بني عليها الإنسان نظامه الأخلاقي وهي وحدها التي تعطي معنى لأفكاره عن الصواب والخطأ وعن الغاية والمسئولية الأخلاقية، وهي حجر الزاوية في الأديان التي تبلور أنبل تطلعاته وعواطفه، عليها بنى آماله في الجنة ومخاوفه من النار، وبرغم التجارب التي يعانيها في العالم، فإن رؤيا المكافأة السخية التي تنتظره في العالم الآخر بعثت فيه العزاء والسلوى، هذه المكافأة تعوضه ألف مرة عن الكفاح الذي خاضه بإرادته، اللهم إلا إذا جارى

دانتي الذي واسى نفسه بتصوير العذاب الذي ينتظر أعداءه، ولكن إذا كان البشر لا يزيدون على دفع وجذب بين الذرات، فإن هذا كله يصبح عبثًا، وبغير جدوى إذن كان تحمله للجوع وجراح الجسد، وتركه للذات البشر المألوفة وأي فضل له على المتهالك على المتع والشهوات؟

لم يسبق لسلسلة من الأفكار أن مست اهتمام البشر وحياتهم اليومية بهذا القرب، فهي تعرض المسألة أهمية الإنسان في النظام العام للكون، ويحق لنا أن نتوقع لها صدى واضطرابا يقارن بنتائج اكتشافات **كوبرنيكوس** و**دارون**، وكان هناك بالفعل من أظهر اهتمامًا عظيمًا بالمبدأ الجديد حتى **أن بنتلي** رئيس كلية ترينيتي بكامبريدج كتب يقول: «إن الحانات والمقاهي بل وقاعة وستمنستر والكنائس كانت تتناقش في هذا الرأي» وأبدى ملاحظته بأن 99 % من الإنجليز غير المؤمنين كانوا من أتباع **هوبز**.

إلا أن الإنسان العادي المؤمن، لم يعط أهمية للمبدأ الجديد، لأنه من ناحية لم يكن مهيأً لمواجهة مضمونه الديني، ولأنه لم يخاطب الإدراك السليم عنده، كان واضحًا تمامًا في عقله أن إرادته حرة، حتى لو قادت المجادلات المبهمة إلى عكس ذلك، كان يعني أنه حر الاختيار في كل لحظة من لحظات حياته، وحتى لو كان مخطئًا في ذلك فالعالم من حوله يدل على أنه عالم ذو أنشطة لها غايات، ألا يسعى المرء ويدرك النجاح، لقد رأى في نسيج الحضارة المعقد المتشابك سجلاً شاهدًا على إنجاز تحققه عقول مصممة تسعى من أجل غايات مختارة، وليس ذرات تدفعها وجذبها قوي عمياء عابثة.

لقد أعادت المذاهب العلمية الجديدة أفكارًا قديمة، كانت تشكل جانبًا كبيرًا من حصيلة الفلسفة واللاهوت، عادت في لغة أكثر تحديدًا،

رأينا كيف فسر **أناكسا جوراس** العالم على أنه آلة يتحرك كل جزء منها حسبما يوجهه جزء آخر، ومن بعده اعتقد **سينيكا** Seneca أن الله وقدر كل الأشياء وفق قانون جبار للقدر خلقه ويخضع له بنفسه، وبعد ذلك بخمسة عشر قرنًا اجتمع رؤساء الأساقفة، والأساقفة وكهنة الكنيسة الإنجليكية في لندن 1562 وأقروا أفكارًا مماثلة ضمنوها في (البنود الدينية) بل أمروا بطبعها في كل كتب الصلوات، وبعد ذلك بثمانين عامًا. جاء **ديكارت** الذي حرص على تجنب كل ما يخالف العقيدة القويمة للمسيحية وكتب يقول: (من المؤكد أن الله قدر الأشياء كلها سلفًا وأن مقدرة الإرادة تكمن في أننا نتصرف على غير وعي منا بأننا مجبرون على تصرف معين نمليه علينا قوة خارجية).

وبعبارة أخرى فالآلة الهائلة تسلك سبيلها المقدر سلفا، أما نحن التروس الصغيرة فيجبرون بدون فهم على الاندماج في حركتها، وهو نفس ما كان العلم يوشك أن يقوله حول نفس الموضوع.

الدين والعلم

برغم أن نتائج العلم التقت مع التعاليم اللاهوتية حول مسألة الجبر وحرية الإرادة، فإنها لم تتفق على الإطلاق مع التعليم الديني البسيط، فالواعظ البسيط لا يخاطب جماهيره الساذجة بأن الله قد قدر مسبقًا كل الأشياء بل يحثهم على أن يحاولوا تحقيق ما يخضع لإرادتهم، وأن يناضلوا من أجل الفضيلة والاستقامة، وباختصار أن يسعوا نحو ما اعتبرته والبنود الدينية، أمرا مستحيلاً، هذا الواعظ لا يقول لهم إنهم

عاجزون عن الاختيار، بل إن حياة خالدة من النعيم أو العذاب تتوقف على اختيارهم.

قد يقبل رجل الشارع أن يضع نفسه وأفكاره بغير تحفظ في أيدي أئمته الروحيين، ولكن هناك من يرى أن قضية حرية الإرادة قابلة للبحث، وأن مهمة الفلسفة أن تقرر ذلك، ومع ذلك فإن حكم الفلسفة يبدو وكأنه من النتائج المحتومة للجبرية، ويقال إن فلسفة المرء محكومة بشخصيته أو في عبارة **فخته** Fichte:

«أخبرني عن نوع الرجل وأنا أدلك على الفلسفة التي يختارها».

وإن تاريخ الفكر الإنساني ليزودنا بما يؤكد صدق هذه الملاحظة كما قال الأستاذ فرانك لويد رايت Frank Lloyd Wright:

«ما كان ينبغي لغير يهودي منبوذ في القرن السابع عشر مثل **سبينوزا** أن ينتزع الجانب الميكانيكي من فلسفة **ديكارت** و**هوبز** ويعطيه تفسيرًا روحيًا يهيئ لروحه المعذبة السلام والسكينة، وما كان لغير المحبين المتحمسين للحياة النشيطة من أمثال ليبنتز **وفخته** أن يجدو موضعًا لتفاؤل مفرط في التطلع إلى حياة خالدة ذات نشاط لا يتوقف، ومن سوى **شوبنهاور** الحب العصبي الأناني للنجاح، الذي لا يميل للعمل من أجله، من سواه يمكنه أن يرى في ذلك التطلع مبررة الفلسفة مفرطة في التشاؤم وإنكار العالم، إن فلسفة كل مفكر عظيم هي أهم ما في سيرته» ونستطيع نحن أن نضيف بكل ثقة أن سيرة كل مفكر عظيم هي أهم ما في فلسفته.

عندما ننظر في غالبية كبار المفكرين لتلك الفترة نجد لهم سيرًا متشابهة فقد عاشوا في عصر متدين جدًا كان الجادون فيه يتعلمون لكي يعيشوا كمسيحيين مخلصين، وعلى هذا فمعظم فلاسفة ذلك العصر برغم ظهورهم كباحثين موضوعيين عن الحقيقة بعيدين عن الهوى مقتفين لطريق العقل إلى حيث يقودهم، برغم ذلك كله كانوا مقتنعين تمامًا في عقولهم أن رحلاتهم لن تنتهي إلا بتثبيت مؤزر للعقيدة المسيحية، وبتفنيد للشكوك التي يثيرها العلم، وأيا كان اقتناعهم الشخصي فإن العواطف الدينية القوية والسلطات الدينية المسيطرة دفعت بهم إلى التوصل لاستنتاجات تتفق مع تعاليم الكنيسة، ومن توصل لغير ذلك عرض نفسه للخطر مثلما حدث **لجوراندو برونو وجاليليو**، زد على ذلك أنه كان عصرًا لا يعد الصدق مع النفس من ضمن الفضائل، وليس هذا إدانة للعصر فلعلنا نحن الذين نبالغ في تقدير صدق المرء مع نفسه ولابد أن الإنسان المتفتح العقل سوف يجد أفكاره تتغير باستمرار تحت ضغط التجارب الجديدة، فلو أنه رأى إمكانية وجود حلين لمشكلة واحدة في وقت واحد ورأى أنهما لا يتوافقان مما، فليس هناك مبرر لعدم ترتيب الحجج المؤيدة لكل منهما لأنه سيقوم بذلك خيرة من شخصين معًا لا يمكن لأحدهما إلا أن يرى جانبًا واحدا من المسألة وعلى أية حال فحتى أجرأ المفكرين في ذلك العصر الذي نتناوله لم يجدوا حرجًا في اقتراح مبادئ متناقضة تمامًا، بل كان هناك مبدأ مقبول عن (الحقيقة ذات الوجهين)، يزعم نوعًا من نسبية الحقيقة، فالنتيجة التي قد تصدق في الفلسفة ربما عدها اللاهوت زائفة والعكس بالعكس.

مثل هذه الاعتبارات أثرت في اتجاهات الفلاسفة بقصد أو بدون قصد بل إن منهم من أقر بغايته النهائية، فنجد **كانت** Kant في كتابه «نقد العقل الخالص» Critique of Pure Reason يؤكد أن:

«علـم الميتافيزيـا له - كموضوع لمباحثه المناسـبة - ثلاث أفكار كبرى هـي **الله وحريـة الإرادة، والخلـود**، وهـو يهـدف إلى توضيـح أن المفهـوم الثـاني - مرتبط بـالأول - لابد أن يؤدي إلى الثالـث كنتيجة حتمية، وكل الموضوعات الأخرى التي يشـغل بها نفسه إن هي إلا وسائل للتوصل إلى هذه الأفكار والتحقق منها».

وفي مقدمة نفس الكتاب شرح **كانت** كيف اضطر لتنحية المعرفة ليحل العقيدة محلها.

«لا يمكننـي حتـى أن أضـع مسـلمات الله والحريـة والخلـود - كما تتطلبهـا المصالح العملية الأخلاق - إن لم أحرم العقل النظري من ميله نحو التبصر المتسامي».

في مثـل هـذه العبارات جعلت الفلسـفة نفسـها تابعة للاهـوت، لقد أفاقـت الفلسـفة من سـباتها الطويل في العصور الوسـطى، لتجد نفسـها مقيدة بمهمة خاصة فمثلاً كانت مهمة الفلسـفة في العصور الوسـطى أن تزيل أي صدام بين الفلسفة والدين، كذلك وجدت فلسفة عصر النهضة أنها ملزمة بتجنب أي صدام بين العلم والدين.

ديكارت Descartes:

وأول فلاسـفة تلك الفترة هو **ديكارت** 1596 - 1650 الذي تجاوز ما سـبق أن قاله حول الجبرية، وأراد قبل أي اعتبار آخر أن يحتفظ للإنسـان

بحريـة الإرادة في مواجهـة الاعتبارات العلمية التي تلغيها، لقد تصور أن صلـب الموضـوع بأكمله يكمن في افتراض أن المـخ يتكون من مادة عادية فإن أمكنه أن يفند هذا الفرض فسيصبح العلم عديم الضرر.

وعندما كتب كعالم في الفسيولوجيا خمن أن المخ يتكون من سائل سماه **الأرواح الحيوانية** animal spirits وهو ليس عقلاً ولا مادة بل هو وسـط بـين الاثنين فالعقل يؤثر فيه إلى درجـة تغيير اتجاه حركته وليس مقدارها، لأن **ديـكارت** اعتقـد أن مقدار الحركة لأي نظام مـادي يجب أن يظل ثابتًا وهـذا السـائل يؤثر بـدوره على المـادة واعترض **لايبنتس** على هـذا بأنه لا يكفـي أن يبقى المقـدار الكلي للحركـة ثابتًا، بل أيضا كميتهـا في كل اتجاه منفصـل في الفضـاء، وأن أي تغيـير في اتجاهات الحركـة (للقوى الحيوية) وسيغير بكل وضوح كميات الحركة في تلك الاتجاهات المنفصلة.

عـلى أيـة حـال، فعندما كتب **ديـكارت** بصفتـه فيلسـوفًا ومدافعًا عن المسـيحية، فقـد أكد عـلى أن العقل من طبيعـة مختلفة تماما عـن المادة، ولا يمكنه أن يتصل بها، وأن لها وظيفتين مختلفتين، فعلى العقل أن يفكر وعلى المـادة أن تمـلأ الفراغ، والاثنـان منفصلان تمامًا بحيـث لا يؤثر أحدهما في الآخـر ولـو بدرجة ضئيلـة، وبهـذه الطريقـة تحـررت الإرادة ولكن على حسـاب خلق مشكلة جديدة قدر لها أن تسـيطر على الفلسفة لعدة أجيال لأنـه إذا كانـت إرادتي ليـس لها صلـة من أي نـوع بمادة جسـمي، فكيف يمكنها أن ترغم جسمي على الاستدارة يمينا أو شمالاً كيفما شاءت؟.

تـرك **ديكارت** هذه المشـكلة بغـير حل، ولكـن بعضًا مـن أتباعه مثل **مالبرانش** Malebranche **وجولينكس** Geulinex **ومرسين** Mesrsenne

ممـن يعرفون الآن بالفلاسـفة العرضيين حلوا المشـكلة بما يريحهم، وذلك بأن فرضوا أن رغبات عقولنا ما هي إلا أسباب عرضية أو اتفاقية لحركات أجسـامنا، أما السـبب الحقيقـي أو النهائي أو «الفعال» فهـو الله، والعقل والمادة لا يتفاعلان مباشرة، بل هما يسـلكان مسـارات متوازية لا تتقاطع مع بعضها، والاله الخير قد هيأ الأشياء بحيث تتوافق أنشطة العقل والمادة وتنسجم تماما مع بعضها، وبحيث تسير في خطوات متوازية فيبدو أحدها وكأنه يؤثر في الآخر من غير أن محدث ذلك فعلاً.

ولـو أن هؤلاء الفلاسـفة عاشـوا في عصرنـا السـينمائي، لضربوا مثلاً بصناعـة الأفـلام السـينمائية، حيث ترتـب الأصوات والحـركات بحيث تظهـر على الشاشـة متزامنة ومنسـجمة طـوال العرض السـينمائي، فنرى جنديًـا يتحـرك بسرعـة امتثـالاً للأوامـر، وتبـدو حركته كنتيجـة منطقية مباشرة الأوامر وإن كانت لا تعدو أن تكون نتيجة لاتفاق سبق إعداده.

لايبنتس Leibniz:

واتبع **لايبنتـس** (1646 –1716) نفس الطريق فوصف مبدأ **ديكارت** حول تميز العقل والمادة بأنه «حجرة الانتظار المفضية إلى الحقيقة» ولكنه لا يزيد على حجرة للانتظار.

لقد سبق **لجوردانو برونو** أن افترض تكون العالم من عدد من الوحدات التي لا تنقسـم، وأطلق عليها اسـم «المونادات» Monads وهي في طبيعتها روحيـة ومادية في آن واحد، وكل انسـان وكل كائن حي لا يخرج عن كونه احدى المونادات وهذه المونادات متميزة ومختلفة ولا تنحل إلى شيء ابسط.

افترض **لايبنتس** هو الآخر أن العالم يتكون من عدد هائل من الوحدات البسيطة التي سماها مونادات، وإن كنا لا نعرف هل استعار التسمية من برونو أولاً، هذه المونادات كما يقول، هي الذرات الحقيقية للكون، والمكونات النهائية لكل شيء وهي لا تملك شكلاً ولا حجمًا ولا قابلية للانقسام، ومثلاً برهن **أفلاطون** في محاورة **(فيدون)** على أن التحلل والفساد يتعلقان بالأشياء المركبة والقابلة للانقسام فقط، فعلى نفس النحو تكون بساطة المونادات مانعة لها من التحلل والفساد، ولهذا فهي بالضرورة أبدية وخالدة، ونفس كل إنسان هي مونادة واحدة، وجسمه مجموعة من المونادات مختلفة الأنواع، وكل الجواهر من طبيعة القوة وتتكون من مراكز منفردة من القوة، التي يجب أن تكون مونادات، قصد **لايبنتس** هنا بالقوة force الطاقة energy او vis viva.

وتقليدًا للفكرة التي لدينا عن النفوس، فلابد أن تحتوي المونادات على قدر من الشعور والشهوة، فهذه المونادات روحية في طبيعتها، وكما كتب لابينتز تمثل أدنى المونادات الحيوانات في نشوئها، والمونادات الأرق لها إدراك حسي أوضح وقد منحت موهبة الذاكرة، على حين أن الإله هو أسمى المونادات على الإطلاق، ومادامت كل المونادات روحية في طبيعتها فلا يمكن للأداة أن يكون لها وجود حقيقي، ويأتي الوهم من رؤية المونادات بطريقة خاطئة.

وهذه المونادات ليس لها نوافذ على العالم الخارجي، تسمح لأي شيء أن يدخل إليها أو يخرج منها بحيث تحيا كل مونادة حياة منعزلة تمامًا، غير متأثرة بغيرها من المونادات، وكل تغير فيها محكوم ومحدد بحالتها

الداخلية فقط وهي لا يمكن أن توجد بغير أن يخلقها الله، ولا أن تنعدم بغير أن يفنيها الله، ومع ذلك فالله يحفظ كل المونادات في درجاتها عبر سلسلة من المسارات المتوازية.

ويسمى ليتر هذا «بنظام التناسق الازلي» ووفق هذا النظام تتصرف الأجسام كما لو **كانت** النفوس غير موجودة، وتتصرف النفوس كما لو **كانت** الأجسام غير موجودة، والاثنان يتصرفان وكأن أحدهما يؤثر في الآخر.

شرح ليبتز ذلك مقارنة النفس والجسد (أو العقل والمادة كما يحلو لنا حاليًا) بساعتين تشيران إلى نفس الوقت، وهي مقارنة استخدمها الفلاسفة العرضيون من قبله، فهناك ثلاث وسائل يمكن عن طريقها ضبط ساعتين كي تشيرا إلى نفس الوقت.

الوسيلة الأولى: أن نجعلها على اتصال وثيق من الناحية الفيزيائية، بحيث تنقل كل منها ذبذباتها إلى الأخرى، وبحيث تقدمان كوحدة واحدة، ونلاحظ هنا أن **لايبنتس** يستعين بالتجارب العلمية المعاصرة له التي أجراها **هوغنس**، ومع ذلك فهذا الحل الذي تقدمه الفلسفة العادية لابد من رفضه، لأنه في اعتقاد **لايبنتس** لا يمكن تصور أن ينتقل أي شيء بين العقل والمادة.

والوسيلة الثانية: أن يكون هناك صانع ساعات يواظب على التوفيق بينهما، وهو ما يرفضه **لايبنتس** لأنه يستدعي تدخلاً مستمرًا من الله يضبط الآلات من أجل «شيء طبيعي وعادي».

والوسيلة الثالثة المتبقية هي: أن تصمم الساعتان منذ البداية على درجة من الكمال تجعلها متفقتين في كل الأوقات.

هـذه الوسـيلة الثالثة هي نظام التناسـق الأزلي، ففـي البدء خلق الله العقـل والمادة بطريقة معينـة، بحيث يخضع كل منهـما لقوانينه الخاصة، وفي نفـس الوقـت يسـيران بتوافـق كامـل كما لـو كان الله يتدخـل دائما لضبطها.

وعندما نسـتخدم مثال **لايبنتس**، نقول إننـا بقدراتنا الضئيلة قد نصنع منبهًـا، ونضبطه بحيث يدق جرسًـا في السـاعة التي نريدهـا، فمن الأولى لصانـع عظيم في قدرة الله أن يمكنه خلق جسـد قيـصر، وأن يرتب ذراته مسـبقًا بحيـث تذهـب إلى مجلـس الشـيوخ في منتصـف مـارس Ides af March، في ساعة معينة، لتقول كلمات معينة، وهذا الصانع العظم يمكنه أيضـا أن يخلـق روح قيصر بالطريقـة التي تجعلها تمـارس انفعالات معينة عـلى نمط سـبق تقديـره، وفي لحظات سـبق تقديرها، ويمكنـه أيضا وفق مشـيته أن يقـدر لانفعالات روح قيـصر أن تتوافق وتتزامـن مع حركات جسد قيصر، وفي رأي **لايبنتس** أن هذا ما شاءه الله فعلا.

عند ذلك نجد أنفسنا قد عدنا إلى نقطة البداية، فإن **ديكارت** المتعطش إلى تأكيد حرية الإرادة قسم الكون إلى مكونين هما العقل والمادة اللذان لا يتفاعلان معًا، وهنا برزت مشكلة هي كيف يمكن للعقل والمادة أن يسيرا في خطـوة واحدة بدون أن يتبادلان التأثير؟ لتفسـير ذلك اضطر **لايبنتس** أن يفترض أن أيا منها ليسـت له حرية أكثر من الآلة، فالآلة التي تجبر على الحركـة ليس أمامها سـوى تنفيذ سلسـلة من الحركات المقـدرة لها، وبهذا

صار كل عقل مجرد آلة وهي الخاتمة التي حاول **ديكارت** بكل تأكيد أن يتجنبها، والتي تتكهن بأن لايبنتس كان يود تجنبها لو أنه استطاع ذلك.

كانت Kant:

كان هذا هو الموقف عندما تقدم **كانت** لحله، رأى أن مجادلات **ديكارت** و**لايبنتس** لن تؤدي إلا لنتيجة واحدة، كانا يحرصان مثله على تجنبها، وإلى جانب اهتمامه الشديد كسلفيه بتقرير حرية الإرادة، كان لديه مفهوم أوضح للعقبات التي تعترض سبيله، «لأن الارتباط الكامل غير المتقطع للظواهر هو قانون طبيعي لا يتغير» وكتب يقول:

> «إن الحرية مستحيلة إذا افترضنا أن الظواهر حقيقية صرفة، ومن ثم فالفلاسفة الذين يتحيزون للرأي الشائع في هذا الموضوع لن ينجحوا في التوفيق بين فكرتي الطبيعة والحرية».

لقد قصد **كانت** بالرأي الشائع ما قد يوصف الآن بالحقيقة الساذجة أو حقيقة الإدراك السليم (Common sense realism) وهذا الرأي يرفض كل دقائق الميتافيزيقا، ويؤمن بأن الظواهر التي نشاهدها تتوافق بشدة مع حقائق العالم من حولنا، فعندما نفكر مثلا في أننا نرى قطعة من الحجر في نقطة ما من المكان، ففي الحقيقة وهناك شيء يشبه كثيرًا ما نتخيله عن قطعة من الحجر وبذا فالعالم يكاد يكون ما يبدو عليه، فهو يتكون ببساطة من الجسيمات والأشياء التي نجدها ويخضع كما تبين لنا المشاهدة والتجربة لقانون سببي، ولكن **كانت** يرى أنه لو كان هذا هو كل ما في العالم فن الواضح أن الإرادة لا يمكن أن تكون حرة.

ولكن من الناحية الأخرى، وجد عديد من الفلاسـفة أنه من الصعب عليهم تقبل الفرضية (Hypothesis) القائلة بأن الشيء هو تقريبا ما يبدو عليـه، وأنه لذلك مشـابه للصـورة الذهنية التـي يحدثهـا في عقولنا، ففي رأيهـم أن الـشيء وصورته الذهنية هما من طبيعتـين مختلفتين تمامًا، فقطعة الحجـر والصـورة الذهنية عـن قطعة الحجـر لا وجه الشـبه بينهما مثلا لا يوجد شبه بين فرقة تعزف الموسيقى وبين سيمفونية، وعلى أية حال فليس هنـاك سـبب مقنع يبرر جعل الظاهرة أي الرؤيـا الذهنية التي بينها العقل من تيارات كهربائية في المخ - تمثل الأشـياء التي أحدثت هذه التيارات في البدايـة، فمثـلا قد ألمس سـلكًا مكهربًا فأرى نجومًا، ولكـن النجوم التي أراهـا لا تمثل مطلقًا الدينامو الذي ولد التيار في السـلك الذي لمسـته، إن هـذا التيـار يحدث رؤيا في عقلي تختلف كليًا عن الـشيء الذي خلق التيار، ألا يجوز أن يكون هذا هو ما يحدث لكل ظواهر الطبيعة؟

عندمـا ندرك شـيئا ما إدراكًا حسـيًا، فنحـن ندرك بعـض صفاته على الأكثـر، وغالبًـا مـا نصل الى اسـتنتاج بأن هـذا الشيء ينتمـي إلى مجموعة مألوفـة من الأشـياء التي تملك نفس الصفات، فمثلا نـرى لونًا كالقطط، ويتصرف كالقطط فنستنتج أننا رأينا قطة، ولكن ربما كنا رأينا ظربانا مثلا وأخطأنا في التعرف على ما رأيناه، مثال آخر: قد نرى شهابًا ضئيلا حجمه أصغـر مـن حبة البـازلاء وهو يهوي من السـماء، هذا الشـهاب سيرسـل لمحنـا تيارات كهربيـة مماثلة لتلك التي يرسـلها نجم عمـلاق أكبر وأبعد من الشـمس بملايين المرات، والإنسـان البدائي سـارع فعلاً إلى استنتاج أن الشـهاب الضئيل هـو بالفعل نجـم، ومازلنا حتى الآن نسـميه **النجم**

الهـاوي (Shooting star)، من مثل هـذه الأمثلة وغيرها من الأمثلة التي لا تحصى نرى أن شيئين قد يختلفان على أوسع نطاق في طبيعتها الداخلية، وبالرغم من ذلك يحدثان ظواهر متشابهة أو حتى متماثلة، وإذا كان شيئان كالشـهاب والنجـم مثـلاً لا يمكن أن يكونـا مثل صورتهـا الذهنية فلماذا نفكر أن أحدهما بمفرده يشبه هذه الصورة.

هكذا لم نعد نعتبر الأشـياء عمومًـا مماثلة لصورها الذهنية، فالصور لا تمثل الأشـياء التي أحدثتها ولعل إدراكنا الحسي للعالم يتكون فحسب من تمثـلات representations يركبها العقل من الأنشـطة المتجهة نحو المخ، وهي تشـبه الحقيقة الخارجية قليلا أو لا تشـبهها على الإطلاق، لعلها مثل الإشـارات التلغرافية التي يبعث بها عامل الإشـارة عبر الأسلاك ليخبرنا بالقطار الذي أوشك على الوصول، فهذه الإشارات لا تشبه القطار أبدا، ولعلها كما اقترح بولتزمان Boltzmann مجرد رموز بحتة علاقتها بالأشياء كعلاقة الحروف المكتوبة بالأصوات أو علاقة النوتة بالأنغام الموسيقية.

عندما اعتبر كانت أن الظواهر هي مجرد تمثلات، احتج بأنها تنشـأ عن شيء غـير الظواهـر، لدرجة أنـه برغم ارتبـاط الظواهر بغيرها مـن الظواهر بقوانين سـببية، فإن أصولها لا ترتبط بنفس الأسـلوب ولو اكتفينا بالاهتمام بالظواهر، فإن مشـاهداتنا تفترض أن السببية تحكم كل شيء، ولكن إذا تمكنا من الاتصال بالحقيقة الكامنة خلف الظواهر فقد نرى الأمر على خلاف ذلك.

وفي صفحـات تاليـة يبـين كانـت أن ملاحظاتـه لم يقصـد بهـا إثبـات الوجـود الفعـلي للحريـة.actual existence af freedom ولا حتى أنها ممكنة بل يكفيه: وأن الطبيعة والحرية على الأقل ليسـتا متضادتين فهذا هو

الشيء الوحيد الذي نستطيع إثباته، والمسألة التي علينا أن نحلها، إلا أنه من الصعب علينا تقبل هذا على أنه حل وممكن، لمشكلة حرية الإرادة الإنسانية، فالشخص العادي لا تهمه الأصول الكامنة خلف الظواهر، لأن الحرية التي يرغب في تأكيدها لنفسه والتي يؤمن بالغريزة أنه يمتلكها هي حرية التحكم أو على الأقل التأثير - في الظواهر أو كما يسميها **كانت**، التمثلات، تخيل مثلاً أن رجلين قد تطابقا في تركيب جسميهما إلى أدق ذرة، وقد وضعا في بيئتين متطابقتين في كل ذرة منها، فلو أننا فسرنا حرية الإرادة بالأسلوب الذي يقترحه **كانت**، فلنا أن نتخيل أحدهما يمارس حريته وهو عازم على حياة قدسية، في حين يقرر الآخر في الوقت نفسه أنه يميل للشهوانية، وقبل أن يتخذا هذين الاختيارين، فالظواهر بالنسبة لكليهما هي نفسها، ولما **كانت** السببية تتحكم في عالم الظواهر كما يفترض **كانت**، فلابد لنتائج هذه الظواهر أن تكون هي نفسها بالنسبة للرجلين، وستكون سيرتا الرجلين متطابقتين ؛ يؤديان نفس الصلوات، ويشربان نفس المشروبات حتى أن الذين يخالطونها لن يميزوا بينهما، ويتبع هذا أن البشر ليست لهم مسئولية أخلاقية عن أفعالهم بل على الأكثر عن نياتهم ورغباتهم، ومن الواضح أن هذا ليس ما يعنيه الرجل البسيط بحرية الإرادة، ولا هو ما أراد **كانت**، أن يقرره، أما المسألة نفسها فإن أهميتها الآن لا تتعدى النطاق الأكاديمي، لأن العلم - كما سنرى - قد وجد أن الظواهر نفسها لا تحكمها قوانين السببية.

بالنسبة لمسائل أخرى إلى جانب مسألة حرية الإرادة الإنسانية التي مررنا عليها، تبين أن مناهج العلم لا تؤدي إلا إلى استنتاجات العلم،

فإن كان على الفلسـفة أن تتوصل إلى اسـتنتاجات مختلفة فلابد لها أن تلجأ لمناهـج أخرى، أمـا إذا أرادت لنتائجها أن تتفوق عـلى نتائج العلم فعليها أن تبرهـن عـلى أن مناهجها أجـدر بالثقة من مناهج العلـم، وهو ما أدى إلى وضـع المناهج العلمية تحت اختبار عسـير لنقدها، وإلى دراسـة مركزة لبعـض مشـاكل مـا نسـميه الآن **بنظريـة المعرفـة** Epistemology وهـي موضوع الفصل التالي.

الفصل الثاني

كيف نعرف

(من ديكارت إلى كانت وأدينجتون)

مصادر المعرفة

رأينا كيف تكتسب المعرفة بإقامة العلاقات بين عملية الفهم الداخلية من ناحية، وبين حقائق العالم الخارجي المشترك بيننا جميعًا. ولعل الأمر كما لاحظ **أفلاطون** يكمن في أن استعمال لغة مشتركة بين الناس مؤسس على افتراض أن مثل تلك العلاقات يمكننا جميعا إقامتها.

في الفترة التي كنا نتناولها بالدراسة، أعلن العلم أن هناك مصدرة واحدة فقط لمعرفة حقائق ومواضيع العالم الخارجي، هذا المصدر هو الانطباعات التي تصنعها على العقل من خلال الحواس، ولكن انعدام الثقة في الحواس ظل منذ أيام الإغريق أحد مواضيع الفلسفة الشائعة، لأنه إذا كانت نفس الأشياء ونفس المواضيع في العالم الخارجي تصنع انطباعات مختلفة على عقول مختلفة فما هو مكان العلم؟ ولو أننا وثقنا بالانطباعات الحسية الفردية سنواجه بموقف عبر عنه **بروتاجوراس** (حوالى 481 - 411 ق. م.)

بقوله: (**ما يبدو لي هو كذلك بالنسبة لي، وما يبدو لك فهو كذلك بالنسبة لك**) وكل فرد سيكون الحكم الفيصل لنفسه في الصدق، ولن توجد أبدًا أي معرفة موضوعية، ومنذ الأيام المبكرة للفلسفة اليونانية، أكد **طاليس الملطي** قبل ميلاد المسيح بستة قرون على أهمية وجود أساس من الحقائق، يكون مستقلاً عن أحكام الأفراد، بحيث يصح أن تؤسس عليه المعرفة الموضوعية.

هذه الصعوبات لا يواجهها عالم الفيزياء الحديث، الذي يمكنه أن يركن إلى أدواته وآلاته، فهي تعطيه معلومات موضوعية تمامًا وبعيدة

عن الهوى،. ولكن هذه الصعوبات برزت حين لم يكن هناك من أدوات سوى الحواس البشرية المجردة، ولتجنب ذلك دافع **أفلاطون** في محاورة **ثياتيتوس** (حوالى 398 ق.م) عن أنه: ولابد لنا أن نميز بين ما يدركه العقل عن طريق الحواس، وما يفهمه من نفسه بالتفكير، فالمفاهيم أمثال العدد والكمية، والتماثل والتباين، والتشابه والاختلاف، والحسن والسيئ، والصواب والخطأ. لا تدخل عقولنا عن طريق الحواس ولكنها تكمن دائما في عقولنا.

ولأن أمثال هذه المفاهيم تزودنا بالعناصر الأساسية لكل المعارف الصادقة، فإننا نستنتج أنها لا تأتي عن طريق حواسنا، بل عن طريق الأحكام التي تصدرها عقولنا «على الحواس».

أوضح **أفلاطون** هذا في قضية فحواها أن العقل البشري مزود منذ الولادة بمجموعة من **الصور Forms أو المثل ideas** التي توجد فيه مستقلة عن مواضيع العالم الخارجي، وهذه المواضيع تصلح كمادة خام لطبع الصور بحيث يصير كل شيء أشبه بنقطة التقاء أو تجمع لعدد من الصور، فمثلاً إذا قلنا كرة حمراء حجرية، فستعني كتلة من هذه المادة الخام وقد طبع عليها طابع الاحمرار والتكور والتحجر، فنحن نحكم بأن هذه الكتلة المعينة من المادة تلتق مع هذه الصور الثلاث، وقد نكون على خطأ بالطبع، فالرؤية في ضوء مختلف قد تجعل الشيء في لون آخر غير الأحمر، وإذا قورنت بكرة أخرى فقد يثبت أنها ليست متكورة وإذا خبطناها بالمطرقة فربما نجد أنها ليست من الحجر على الإطلاق. على مثل هذه الأسس آمن **أفلاطون** بأننا نمتلك معرفة أكيدة ومحددة عن الصور

وعلاقاتها فقط، ومعرفتنا بمواضيع العالم الخارجي تتألف في أحسن الظروف من انطباعات زائلة، وآراء متغيرة، وفي الحقيقة وللتحديد، فإن المثل التي تستقر أبدا في عقولنا - أي الصور، لها أفضلية على التصورات الموضوعية مؤقتة والتي صنعتها الأشياء المدركة حسيًا: وإنه في هذا العالم ذي المثل الدائمة الموجودة خارج المكان والزمان، **عالم الجواهر الأبدية** Sub Specie aeternitatis يمكن أن تستقر الحقيقة.

واحتفظت هذه السلسلة الفكرية بقدر من التواجد خلال العصور المظلمة الفلسفة، وبرزت في صورة معدلة في فلسفة القديس توماس والفلاسفة المدرسيين، وفي النهاية عادت وظهرت في فلسفة **ديكارت** وفي صورة معدلة أيضا.

كانت المُثل عند **أفلاطون**، أو الصور أفكارًا عن الكيفيات أو الخواص، وافترض أنها فطرية في عقولنا، كما لو **كانت** ذكريات حملناها من وجود سابق، على حين **كانت** الأفكار عند **ديكارت** أفكارًا عن حقائق أو قضايا Propositions كما نسميها الآن، لقد حسب **كانت** أنها كامنة innate ولكن على نحو يخالف فيه **أفلاطون**، فالعقل لم يولد وهذه الأفكار بداخله، ولكن باستعداد لتحصيلها بمجرد اتصاله بالعالم. ولقد سميتها كامنة بنفس المعنى الذي نقول به إن الكرم كامن في بعض العائلات، وإن بعض الأمراض كالنقرس والحصوات الكلوية في غيرها - ولا يعني هذا أن أبناء تلك العائلات يعانون من تلك الأمراض في أرحام أمهاتهم بل إنهم يولدون بميل أو استعداد للإصابة بها، وبعدها أتى **لايبنتس** لينكر هذا، محتجًا بأنه إذا أتبعنا هذا المعنى فالأفكار كلها كامنة، ولكنها لا تبلغ

مرحلـة التفكير الفعلي إلا عندمـا تتطور بنمو المعرفة، فالعقل عند الولادة ليـس ورقة بيضـاء نقية، بل هو أقرب إلى أن يكـون كتلة من خام الرخام، موجـود فيهـا بالفعل تركيب غير ظاهـر من العروق، هو الذي سـيحكم الشكل الذي سيتخذه الرخام عندما ينحته المثال ويعطيه شكلاً.

واختلـف آخرون اختلاف أعمق مع **ديكارت**، وفي الفترة التي نبحثها الآن نجد الفلاسـفة ينقسـمون بصورة عامة إلى معسـكرين، **فالعقلانيون** The Rationalists يؤكدون أن الحقيقة العليا تكمن في عقولنا نحن ولذا فالكشف عنها هو مهمة العقل Reason، **والتجريبيون** The empiricists فكروا في أن الحقيقة تستقر خارج عقولنا، ولذا فلن تكتشف إلا بالمشاهدة والتجربة في العالم الخارجي.

القائلون بالمذهب العقلي The Rationalists:

سـاق القائلون بالمذهب العقلي، وعلى رأسهم **ديكارت** الحجج القائلة بـأن كل المعرفـة التي حصـل بالملاحظة المبـاشرة للطبيعة مشـكوك فيها، لأنهـا تـأتي عن طريق الحواس، ومثل هذه المعرفـة يمكن أن تكون خادعة غامضة، كما تظهر لنا كل أنواع الهلوسـة والأحلام، وأضاف **ديكارت** أن المعرفة المحصلة بالدليل الرياضي نفسها قد تكون خادعة - أولاً لأن علماء الرياضيات كانوا غالبا يخطئون، وثانيًا لأنه ليست هناك وسيلة نتأكد بها أن لها بالغ القدرة لم يقض بأن نكون مخدوعين حتى في الأشـياء التي نحسـب أننـا نعرفها جيـدا، وبهذه الطريقة فند أصحاب المذهـب العقلي أو أزاحوا عمليًا كل المعرفة العلمية، لأنها أتت من مصادر فاسـدة، واقترحوا إبدالها برصيد المعرفة الذي اعتقدوا أنه مقتبس من التأمل الخالص.

ادعى **ديكارت** أن أفكاره الكامنة الممثلة للمعرفة التي تأتي من (الرؤيا الواضحة للعقل) intellect لابد بالضرورة أن تكون صادقة، إن حقيقة أنه يستطيع إدراك شيء عقليًا بوضوح وتميز - مثل وجود الله - كان بالنسبة له دليلاً كافيًا على صدق هذا الشيء، وزعم آخرون أن العقل الإنساني قد فطر وفيه عدد من المبادئ والملكات وعن طريق التعرف عليها واستعمالها بمهارة يمكن اكتشاف حقائق الكون بكل ثقة، مثلا أمكن **لإقليدس** أن يكتشف حقائق الهندسة من بعض البديهيات التي كان صدقها واضحًا. وبالغ **وكانت**، في زعمه بأنه لابد من إمكان إنشاء (علم خالص عن الطبيعة) باتباع هذه الطريقة، ولابد لهذا العلم أن يكون مستقلاً عن كل خبرة نستمدها من العالم، وبهذا فهو لم تفسده أخطاء وأوهام المشاهدة، ومرة ثانية وضع **أدينجتون** زعمًا مشابهًا جدًا لهذا في السنوات الحديثة.

أجرى ا**كانت**، مناقشة منطقية لهذه المسألة في كتابه المشهور ونقد العقل الخالص Critique Of Pure Reason، وهو يذكرنا ب**أفلاطون** حين يقول إن الظاهرة وموضوع الإدراك الحسي تحتوي كلا من المادة والصورة، فالمادة تحدث التأثير في عقل المدرك، على حين تمكننا الصورة من تصنيف الظاهرة في مجموعة أشمل. فمادة الظاهرة تأتي إلينا نتيجة لخبرة نستمدها من العالم، أو في اصطلاح **كانت**، تكون بعدية a posteriori أما الصورة التي هي بالفعل في عقولنا في انتظار للمادة فتأتي إلينا قبليًا a priori أي تسبق كل الخبرات الفعلية في العالم وتستقل عنها.

والعلاقات بين التصورات Concepts القبلية التي هُيئت لكي نعرفها بدون حاجة للخبرة ستصبح مجالاً لمعرفة «مستقلة تمامًا عن الخبرة،

بـل وعـن كافـة الانطباعات الحسـية» مثـل هـذه المعرفة وصفهـا **كانت**، بأنهـا معرفة قبليـة مقابل المعرفة التجريبيـة أو البعديـة المنبثقة عن الخبرة، إذن أتـت المعرفة القبلية من السـماء مباشرة، ولهذا فهـي بكل الاعتبارات أرقـي من المعرفة المكتشـفة عن طريـق التجربة العلميـة، أو الملاحظة، أو حتـى البرهنة الرياضية كما يقول **ديـكارت**، فكلها أتت من مصادر أدنى، والمعرفـة القبلية تصلح بالـضرورة للتطبيق على كل خبرة ممكنة، على حين أن المعرفة التجريبية التي اكتسـبت فقط نتيجة لخبرة ومشـاهدة محدودتين لا تصلح لذلك.

كذلـك تصلـح المعرفة القبلية للتطبيق عـلى كل كون ممكن وليس فقط عـلى كوننا هـذا - فنحن نميـز هذا الكون مـن الأكوان الأخـرى الممكنة عن طريق المشـاهدة وحدهـا، وبقيامنا بهذا العمل لا تعـد معرفتنا معرفة قبليـة، وهكذا يتضمن الزعم بوجـود معرفة قبلية أننا نعرف ما يكفي عن الطبيعة النهائية للأشـياء بالقدر الذي يسمح لنا بمعرفة نوع الأكوان التي يمكن أن يوجدها الخالق، والنوع الذي لا يمكنه إيجاده، وادعاء و**كانت**، بإمـكان وجـود «علم خالص عـن الطبيعة» يتضمن في مبدئـه هذا الزعم تمامًـا، وكل ادعـاء آخر بمعرفـة قبلية، لا ينكـر فقط المقدرة الشـاملة لله، بـل يدعى أيضًـا أن لديه معرفة مفصلـة بمقدرته وإمكانياتـه، وهو ادعاء يتجاوز قدرة العقل البشري.

القائلون بالمذهب التجريبي The Empiricists:

وفي مقابـل هـذا، آمـن التجريبيـون بـأن **المعرفـة عامة تـأتي من خلال التجربة وحدها**، بحيث يكون السبيل الوحيد للكشف عن حقائق الكون

هـو أن نخـوض في العالم باحثـين عنها، ومع ذلك كان معظـم التجريبيين مقتنعـين بأن حقائق معينة يمكن معرفتها عن طريق الحدس أو عن طريق البراهين المؤسسة على الحدس.

كان **جـان لـوك** Locke و**هيـوم** Hume أبـرز اثنـين مـن التجريبيـين مقتنعـين بـأن حقائـق الرياضيـات البحتة يمكـن معرفتها بهـذه الطريقة، مثلهـم في ذلـك مثـل غالبيـة الفلاسـفة المعاصريـن مثـل **ألفريـد نورث وايتهيد**، و**راسـل**، ولكن جون سـتيوارت ميـل John Stuart Mill أخذ بالرأي المضاد معتقد أن قوانين التعميمات المجسمة في الحساب قد اشتقت من مشـاهدات لمواضيع فعلية، على حين تتعامل الهندسة مع تجريدات من موضوعات خبرتنا - فنحن لا نستطيع أن نتخيل نقطة رياضية أو خطأ أو مثلـث ما لم نكن قد اعتدنا سـابقًا على أمثلتهـا الناقصة في العالم الخارجي، وفكر **لوك** في أن حقائق الرياضيات البحتة ليسـت وحدها التي تنتمي إلى فصيلـة الحقائـق المعروفة بالحدس، بل يتمي إليهـا أيضا حقائق وجود الله ووجودنا وحقائق الأخلاقيات.

ومـن الواضـح أن المسـألة بأكملهـا مسـألة ألفـاظ، فبالنسـبة لحقائق الأخلاق قد نتسـاءل: **هل من الجائز أن يكون الله قد أوجد عالم نحكم فيه عـلى أخلاقيات تختلف عما لدينا وبالصدق**؟ من المؤكد أن الإجابة تتوقف عـلى مـا تعنيه بالأخلاقيات والصـدق، بقدر ما تتوقف عـلى ما تعرفه عن الأخلاقيات والصدق.

إن القائلين بالمذهب التجريبي عمومًا تمسـكوا بشـدة بمبدأ أن المعرفة عـن العالم الخارجي لابد أن تأتي من العـالم الخارجي، ولذا فهي لا تحصل

إلا بالمشاهدة والتجربة، وحيث إن هذا هو بالتحديد منهج العلم، فلعلنا كنا نتوقع من الفلاسفة الذين هم علماء أو ذوو وجهة علمية أن يكونوا في معسكر التجريبين، وأن نجد أصحاب الوجهة الصوفية أو الدينية بين القائلين بالمذهب العقلي.

ولكن العكس هو الصحيح، وأعتقد أن أبرز أربعة من المدافعين عن المذهب العقلي كانوا حسب الترتيب الزمني: **ديكارت** (1596 - 1659) و**سبينوزا** Spinoza (1632-1677) و **لايبنتس** (1646 - 1716) و**كانت** (1724 - 1804) ومن بين هذه الأسماء الأربعة نجد اثنين ضمن أعظم علماء الرياضيات، فـ**ديكارت** لم يكن فقط أبًا للفلسفة الحديثة بل يعد أيضا أبًا للرياضيات الحديثة، فمن بين إنجازاته العديدة أنه ابتكر الهندسة التحليلية، ويشترك **لايبنتس** مع **نيوتن** في شرف ابتكار حساب التفاضل، وبالصدفة سبق **ألبرت أينشتاين** في القول بأن المكان والزمان يتألفان فحسب من علاقات ونسب، على عكس رأي **نيوتن** بأنهما مطلقان.

ولم يبلغ **كانت،** مثل هذه الدرجة، ولكن نذكر له أن الفلك والفيزياء أثارا اهتمامه أكثر من الفلسفة في سنواته الأولى، ولعله كما يقول **هلمهولتز** Helmholtz لم يتحول من العلم إلى الفلسفة في سن الحادية والثلاثين إلا لعدم توفر وسائل البحث العلمي لدى جامعته في كونيغسبرغ، وظل يلقي محاضرات علمية بانتظام حتى نهاية حياته الجامعية، كما تناول مجموعة من المواضيع العلمية مثل الزلازل، وجبال القمر، وإمكان حدوث تغيرات في دوران الأرض، ولئن كان معظم إنتاجه العلمي قد طواه النسيان، فإنا نذكر له أنه كان أول من افترض الطبيعة الحقيقية

للمجـرات البعيـدة، وأنها تتكون مـن تجمعات لعدد هائل مـن النجوم، وهـو صاحـب الفضل الكبـير في وضع إحـدى النظريـات المبكرة حول نشأة المجموعة الشمسية، وإلى جانب أنه أدخل مثل هذه الأفكار المبتكرة في الفلـك، فهـو من أوائل أصحـاب النظريات الخاصـة بالتطور في علم الأحيـاء، ففـي كتابه الأنثروبولوجيـا Anthropology أو علم الإنسـان يعلـن أن كل الحيوانـات تنتمـي إلى سـلف مشـترك، برغم أنـه **لا** يدخل البشريـة بينهـا، ربـما لما يحويه هـذا من مضمـون ديني خطـير، ومع ذلك فهـو يفترض أن الإنسـان لابد قد تغير جذريًا بمـرور الوقت، مضيفًا إلى ذلك أنه في انقلاب طبيعي مقبل ربما يكتسب قرد الأورانج اوتان صورة بشرية وأعضاء للكلام، وممارسـة للذكاء، وذكر أنه كان «يفكر في أشـياء كثـيرة، في أوضح اقتناع وأتم رضا، ولكنه لن يجد الشـجاعة ليصرح بها» وافترض الأسـتاذ **فريدريك أدولف بانيث** أن أحد هذه الأشياء هو أن ما قد يحدث للأورانج أوتان والشـمبانزي في المستقبل ربما حدث بالفعل في الماضي، ونقشـت على شـاهد قبره في كونيغسـبرغ كلمات من خاتمة كتابه (نقد العقل العملي) Critique Of Practical Reason:

«هناك شـيئان يملآن العقل بإعجاب ورهبة لا يكفان عن التجدد والزيادة بتكرار تأملنا فيهما، السماء ذات النجوم من فوقنا والقانون الأخلاقي بداخلنا وهذا الترتيب جدير بالاعتبار».

ولا يسـتطيع **سبينوزا** أن يدعى لنفسـه امتيازًا علميًا، برغم أن تفكيره ينقاد في الغالب لمعرفة رياضية وعلمية.

وعلى عكس هذا لم يحرز واحد من التجريبيين البارزين أي فضل علمي خاص، وهؤلاء هم: **فرانسيس بيكون** Francis Bacon (1561 -1626) **ولوك** (1632 -1704) **وبركلي** Berkley (1685- 1753) وهيوم (1711 - 1776)، لقد كتب **بركلي**، مقال نحو نظرية جديدة للإبصار، ولكن قيمته العلمية ليست كبيرة.

لعل السبب في هذا التقسيم العجيب للمجهود يرجع جزئيًا إلى أن أولئك الذين تفهموا العلم على نحو أفضل كانوا أيضا مدركين بوضوح لمضمونه المضاد للدين، ولكن الخط الفاصل الحقيقي بين هاتين المدرستين للتفكير كان جغرافيا، فأبناء القارة الأوربية بحبهم للأفكار المجردة أصحاب المذهب العقلي، على حين أن أبناء الجزر البريطانية بحبهم للبحث العملي هم أصحاب المذهب التجريبي، فالأربعة الذين ذكرناهم كانوا على التوالي اثنين من الإنجليز وايرلنديًا واسكتلنديًا.

المعرفة القبلية A Priori knowledge:

لعلنا لا نحتاج لأن نشغل أنفسنا بمسألة وجود معرفة قبلية حقيقية، فالسؤال الذي يهمنا أن نناقشه هو: **هل إن وجدت هذه المعرفة القبلية فهل هي ذات أهمية؟** وهذا شبيه بقولنا إن الدليل على الحلوى هو في التهامها دون أن نهتم كثيرًا بمزيد من التفاصيل عنها، والحقيقة أننا سنقوم بدور القاضي والمتفرج معًا لأنه من المستحيل على إنسان يعترف بأنه معرض للخطأ أن يقنع آخر يدعى العصمة بأنه مخطئ، وقد اختلف مع الطاهية حول جودة طبيخها ولكن حتى إذا لم أستطع إقناعها بأن طبيخها سيئ ففي مقدوري أن أستغني عن خدمتها، ولعل السبب

الرئيسي في إصدار حكم ضد المعرفة القبلية أن تقدم العلم قد أثبت خطأها في غالبية الأحوال.

ومن الأمثلة على المعرفة التي ظنوا أنها قبلية:

«الشيء نفسه لا يمكنه في لحظة واحدة أن يكون ولا يكون».

«لا شيء يجيءُ من العدم».

«حرية إرادتنا أمر بين بذاته».

«كل شيء يقع مقدر سلفًا بالأسباب تبعًا لقانون ثابت».

يتقدم **ديكارت** بالعبارات الثلاث الأول، ويصف الثالثة بأنها «**حقيقة لابد أن نرجع إليها كفكرة من أول وأهم الأفكار التي فطرت فينا**» وفي أي استعمال معقول للغة يتضح أنها تتناقض مع العبارة الرابعة والتي أخذت من (**كانت**) أي أن المعرفة القبلية تبدأ في تفنيد نفسها بتناقضاتها قبل أن يتقدم العلم لمهاجمتها ببراهينه.

لن نكسب شيئًا إذا حاولنا أن نحلل هذه العبارات بالتفصيل، ولكن هناك ملحوظة عامة تفرض نفسها، فمن المؤكد أنه ليس هناك احتمال لأن تعبر مثل هذه العبارات عن حقائق مجردة، إذا ذكرت بدون أن نعدل في الصيغ اللغوية التي أمامنا، فمثل هذه الكلمات: **الشيء، السبب، الحرية، مقدر**، لا تحمل معنًى محددًا إلى أن تعرف تعريفًا واضحًا وإذا كنا أحرارًا في أن نعرفها التعريف الذي يعجبنا، وقد نجد تعريفا يجعل كل القضايا صادقة، أو تعريفًا آخر يجعلها كلها كاذبة، أو تعريفًا يجعلها في مجموعة من الحالات صادقة وفي مجموعة أخرى كاذبة، وهكذا، فالقضايا التي أمامنا

ليست حقائق عامة، بل هي مجرد موضوعات للمناقشة والاختلاف، والسؤال أمامنا الآن هو: **ما الحدود أو الحالات التي عندها تكون كل من هذه القضايا صادقة؟** وإذا صيغت هذه القضايا في المصطلحات المتنافرة التي تبيحها اللغة الدارجة للحديث، فسوف تصدر هذه القضايا أحكامًا مسبقة على مسائل معقدة، أعيت الفلسفة على مر العصور.

ومن الأمثلة الأخرى على المعرفة القبلية المزعومة، ما له صبغة علمية أكثر، وهذه لها أهمية أكبر لمناقشتنا الحالية، ولتناول مثلين من **ديكارت**:

أ- مجموع زوايا المثلث الثلاث 180.

ب- القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة الجوهر، أو الشيء الممتد. ولنأخذ ثلاثة أمثلة من عند **كانت**).

ج- المكان له ثلاثة أبعاد.

د- بين نقطتين لا يمكن أن يوجد إلا خط مستقيم واحد.

هـ- في كل تغيرات الظواهر، فالمادة خالدة، والكمية الموجودة منها في الطبيعة لا يمكن أن تزداد أو تتناقص.

ويصف (**كانت**). (ج) و(د) على أنها مبدآن «**متولدان كلية في العقل بطريقة قبلية**».

كما يصف (هـ) على أنها معلومة تستحق أن تقف على رأس القوانين القبلية الخالصة للطبيعة.

ما إن نبدأ في مناقشة هذه القضايا على ضوء العلم الحديث، حتى نشعر بالحاجة إلى تعريفات دقيقة للاصطلاحات المستعملة، وهكذا فإن

(أ) و(د) وهما قضيتان هندسيتان بطبيعتها، تكونان صادقتين في فضاء من النوع الذي تحدده «بديهيات» **إقليدس**، أي المكان الإقليدي كما يسمى عادة، لا في الفضاء المنحني الذي نتصور أن الكواكب تتحرك فيه، فهل **كانت** قضايا **ديكارت** و**كانت** تشير إلى الفضاء الإقليدى أو إلى الفضاء المنحنى الذي هو أقرب للحقيقة؟ الجواب بالتأكيد أنهما كانا يفكران في الفضاء الإقليدي، ففي أيام **ديكارت** لم يفكر مخلوق في أي نوع آخر من الفضاء، وفي أيام (**كانت**) ربما فكروا في أنواع أخرى، ولكن **كانت** تمسك بأن الهندسة الإقليدية وصادقة، بالمعنى الذي يجعل الهندسات الأخرى غير صادقة، برغم إقراره أنه لا يمكنه إثبات ذلك، لأن بديهيات **إقليدس** يمكن إنكارها بدون تضارب أو تناقض، وهكذا نرى - وإن لم يستطع **ديكارت**، و**كانت**، ذلك: أن معرفتها القبلية التي افترضاها لا يمكن تطبيقها على أي فضاء موضوعي في العالم الخارجي، بل على عوالم خاصة بها فقط، لقد كانا على خطأ عندما حسبا أن معرفتها القبلية صالحة للتطبيق في العالم الحقيقي.

أما قضية (**كانت**) (ج) القائلة بأن المكان له ثلاثة أبعاد، فهي من مجموعة أخرى، لأنه من الصعب الادعاء بأنها معرفة قبلية، فكل عالم رياضيات يعرف أنه من السهل، في تمرين مجرد أن يتصور مكانًا من بعد أو بعدين أو أربعة أبعاد مثلا يتصور مكانة من ثلاثة أبعاد، ولو أن مولودا يعرف أن المكان في العالم الخارجي له ثلاثة أبعاد فذلك لأنه ينظر إليه بالفعل، أو بعبارة أخرى لأنه تعود عليه كذلك، فالمعرفة التي لديه تجريبية وليست قبلية.

وبنفس الطريقة يمكن الحكم على القضيتين الباقيتين وإن **كانت** (أ) أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية، ففي (ب) يخبرنا **ديكارت** أن القابلية للتقسيم هي خاصية للجوهر أو الشيء الممتد، لكنه يفشل في أخبارنا بما يعنيه الجوهر Substance أو الشيء Thing، وبالفعل فالقابلية للتقسيم قد تكون خاصية للفيل أو للعاصفة الرملية ولكنها ليست خاصية للفوتون أو الإلكترون، ومع ذلك فإن **ديكارت** لا يعطينا تعريفة «للشيء» الذي يتضمن الأفيال ويستثني الالكترونات، وفي (هـ) يخبرنا «**كانت**، أن المادة «خالدة» لكنه يفشل في تعريف المادة، وهو يعترف بأن عبارته تحصيل حاصل، وهذا يتضمن أنه قد يعرف المادة على أنها الشيء الخالد، وفي هذه الحالة تخبرنا العبارة باستعمال **كانت**، للكلمات، ولكنها لا تفيدنا بشيء عن العالم الموضوعي، وبعد عصر **كانت**، وجد علماء الفيزياء أن الإلكترونات المادية وغيرها من الجسيمات المادية قد تتبدد إلى إشعاعات غير مادية كما قد تتولد منها، وحتى لو أن هذه الظواهر لم تشاهد، فنحن الآن نعرف من حيث المبدأ، أنه لا خلود للمادة، فما هي إلا طاقة معبأة، وهي لا تملك خلودًا متأصلا أكثر مما يملكه العصير المعلب، برغم أنه قد يصدق في الظروف الفيزيائية السائدة على كوكبنا - كحالة خاصة، فإن المادة يمكن أن تعتبر تقريبًا خالدة.

العوالم الثلاثة للعلم الحديث:

ننتقل مما سبق إلى التفكير في موضوع شديد التعميم، يدل على الأهمية القصوى لموضوع مناقشتنا عن تأثير العلم في الفلسفة، فالجنس البشرى تعود في البداية على خواص المادة في الأشكال المعينة التي تتخذها تحت

الظروف الطبيعية السائدة على كوكب الأرض، وبنفس الطريقة عرفت قوانين الطبيعة في البداية لجنسنا البشري في صورة مضيقة، على أنها قوانين قابلة للتطبيق على الأشياء ذات الأحجام القريبة من حجم الجسم البشري، والسبب في هذا بالطبع أن مثل هذه الأشياء وحدها يمكن دراستها بغير الاستعانة بالآلات المعقدة، وفي مثل هذه الدراسات كان الزمن يقاس عادة بالثواني أو الدقائق، والطول بالبوصات والياردات، أما أقصى السرعات فلم تتجاوز كثيرة سرعة جوادٍ في عدوه.

ولكن عندما أصبحت الآلات تحت تصرف العلم، أصبح في إمكانه أن يدرس ظواهر يقاس فيها الزمن في كسور من المليون من الثانية أو بألاف الملايين من السنين، والأطوال التي تتناولها الدراسة ربما تكون كسورًا صغيرة من جزء من مليون من مليون من البوصة أو تبلغ ملايين الملايين من الأميال، والسرعة قد تكون أبطأ مليون مرة من خطوة القوقعة أو أسرع مليون مرة من الطائرة.

وبمراقبة هذه الأبعاد الهائلة ومعاملتها على أنها وحدة واحدة، نجد أن الأنشطة البشرية المألوفة تحتل موقعًا مركزًا معتدلا في نظام الكون، فإن عالم الإنسان يقع تقريبا في منتصف الطريق بين عالم الإلكترونات وعالم المجرات، وهذا العالم المتوسط لا يشغل إلا جزءًا ضئيلاً من المدى الشامل بين الإلكترون والمجرة، فإن أصغر جزء من المادة يمكننا أن نشعر به أو نراه أو تناوله بغير الاستعانة بالآلات يحتوي على ملايين الملايين الملايين من الذرات والإلكترونات، على حين أن أكبر جزء من المادة يمكننا أن نحركه بأجسامنا أصغر بملايين الملايين الملايين من المرات من أصغر الكواكب.

أوضحت الدراسات المفصلة التي أجريت بالاستعانة بالآلات أن ظواهر عالم الإلكترونات ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر العالم ذي المقاييس البشرية وأن هذه الظواهر بدورها ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر عالم المجرات، إننا حين نغادر العالم ذي المقاييس البشرية، ونتجه نحو عالم المجرات الكبير كبرة لا نهائيًا أو نحو عالم الالكترونات الصغير صغرا لا نهائيا فإن قوانين الطبيعة تبدو لأول وهلة وقد تغيرت، ليس فقط في التفاصيل ولكن في الجوهر الكلى.

فإذا أمعنا في الفحص سوف نجد أن التغير الظاهري ليس إلا وهمًا، فالقوانين ذاتها تسود على امتداد الكون، ولكن بعض ملامح هذه القوانين تكون لها أهمية أكبر في الأجزاء المختلفة من مدى الكون، فمثلاً تخضع فقاعة الصابون بالضبط وبدقة لقانوني الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء الذين تخضع لها طلقة المدفع، ومعنى هذا أنه يمكننا الجمع بين هذين القانونين في قانون واحد، تخضع له حركة فقاعة الصابون وطلقة المدفع على حد سواء، ولكن لو تركنا هذين الشيئين يسقطان معًا من فوق برج بيزا المائل، فإن حركة كل منها ستبدو محكومة بقوانين مختلفة عن الأخرى تمامًا، والسبب هو أن الجاذبية هي الأهم بالنسبة لطلقة المدفع، على حين أن مقاومة الهواء هي الأهم بالنسبة الفقاعة الصابون.

وبنفس الطريقة، فكل الأشياء محكومة بالقوانين الكونية للفيزياء، ولكن جانبًا واحد من هذه القوانين هو الأهم بالنسبة للإلكترون، وجانبًا آخر للأشياء ذات المقياس البشري، وجانبًا ثالث لحركات المجرات، وهذه الأقسام الثلاثة النظام القانون الكوني مختلفة جدًا لدرجة أن هناك

مـا يبرر التفكير فيها على أنها تكون ثلاث مجموعات متميزة ومنفصلة من القوانين، وأن كلا منها له نمط مختلف من الأحداث.

وهـذه الحقيقـة ذات أهمية هائلة بالنسـبة للفلسـفة بأكملهـا، وأهميتها المباشرة الموضوع مناقشـتنا هو أنها تفتح عالمين جديدين تختبر فيها المعرفة القبلية التي بزعمها أصحاب المذهب العقلي، فحتى إن وجدنا هذه المعرفة صادقة في العالمين الجديدين فإن تسـاؤلنا عما إذا كانت معرفة قبلية أصيلة سـيبقى برغـم ذلك بـدون إجابة، أمـا إذا وجدنا أنها لا تصـدق على أحد العالمـين أو كليهـما، فإن الزعم بأنهـا معرفة أصيلة قد اتضـح بطلانه، لقد أخبرنـا القائلـون بالمعرفة القبليـة أن الخالق لا يمكنه أن يصنـع عالمًا بهذه الكيفيـة أو تلـك، وعندما درسـنا عالم الإلكـترون والمجـرة وجدنا أنه قد صنع مثل هذه العوالم فعلاً، وعلى هذا فالمعرفة القبلية المزعومة ليسـت إلا معرفة تجريبية عن عالم المقاييس البشرية.

وعندمـا نختـبر التفكير القائم عـلى الحدس الذي ينـادي به أصحاب المذهب العقلي، ونحـاول تطبيقه على العالمين الجديدين اللذين فتح العلم الطريـق إليهـا حديثـا، سـنجد أن القضايـا ذات الطبيعة العلميـة كثيرا ما تكـون غـير صادقة، إنها تكون صادقة فقط في العـالم ذي المقاييس البشرية الـذي كان مألوفـة لأصحـاب المذهب العقـلي، لأنه لم يتطلب الاسـتعانة بالات معقدة لاكتشـافه، ولنـضرب ثلاثة من الأمثلة عـلى المعرفة القبلية نضعها في صياغة مصححة جديدة:

- «مجمـوع زوايـا المثلـث الثـلاث 180، مـالم يكـن المثلـث ذا مقياس فلكي».

- «القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة المادة، ما لم يكن الشيء موضع الاعتبار من الصغر المتناول في الطبيعة الذرية».

«المادة خالدة، مادمنا نجرى تجارب إلى الدرجة من الدقة المتيسرة لفيزياء القرن الثامن عشر».

هذه التحفظات التي أضفناها إلى القضايا السابقة، لم يلمح أي فيلسوف إليها على أنها قبلية أو غير قبلية حتى وضعها العلم الحديث، والحقيقة التي تتضح لنا هي أن القائل بالمذهب العقلي، يفهم العالم من خلال خبرته، ولكن لأنه مقيد بالإمكانات العلمية للعصر الذي يعيش فيه، فهو لا يستطيع أن يتخيل الأمور إلا على نمط واحد، ولذا يعلن بكل ثقة أن الأمور تسير على هذا النمط ويجب أن تسير عليه، وفي النهاية يصف معرفته بأنها قبلية، أما وقد فتح البحث العلمي الحديث عوالم جديدة أمام الخيال، ففي إمكاننا أن نفكر وبمنتهى الثقة في امكانات لابد أنها تعتبر بالنسبة له **ديكارت**، و**كانت** مجرد سخافات محضة، بل نعرف أننا سنجد في العالم الفعلي نظائر لكثير منها، ومن هذا ندرك أن المعرفة القبلية التي افترضها أصحاب المذهب العقلي خاطئة.

إن **كانت**، تخبرنا أن هناك اختبارين معصومين من الخطأ للحكم على المعرفة القبلية الصادقة: الضرورة necessity والشمول التام Strict universality وهذه المعرفة العلمية التي يفترضها أصحاب المذهب القبلي تفشل بكل وضوح أمام أي من الاختبارين، وهذا الفشل للجانب العلمي من التفكير المعتمد على الحدس يفند الجانب غير العلمي منه، ومع ذلك فالمعرفة ذات النوع الرياضي تتطلب المزيد من البحث.

المعرفة الرياضية:

على حين أن الفلاسفة يختلفون حول إمكانية اكتساب معرفة قبلية عن عـالم الفيزياء، فإنهم يتفقون عامة باسـتثناء **ديـكارت** وميل على أن المعرفة المجـردة ذات النـوع الرياضي يمكن اكتسـابها عن طريـق عمليات ذهنية خالصة وبدون الحاجة لأي خبرة عن العالم، بحيث تعتبر مثل هذه المعرفة قبلية، ولعلهم يدعون أن هذه المعرفة تكون صادقة في كل العوالم الممكنة، أو أنها معرفة عن حقائق لا قدرة للخالق على تغييرها، ومن ثم لا يمكنها أن تخبرنـا بـأي شيء عـن خواص عالمنا الـذي نعيش فيـه، أو أن تميزه عن العوالم الأخرى التي يمكن خلقها.

ضربنا ثلاثة أمثلة لمعرفة قبلية مفترضة من هذا النوع، والثلاثة هندسية بطبيعتهـا، ولكن تقدم العلم بـين أنها ثلاثتها غير مؤهلة لكي تعتبر معرفة صادقة عن العالم الفيزيائي. والآن وقد أصبح العلم معنية بهندسـات غير إقليدية، صار الفلاسـفة حذرين في ضرب الأمثلـة على المعرفة القبلية من الهندسـة، وميالين لضرب الأمثلة من الحسـاب أو الجبر البسيط، وفي هذا المجـال نجد قضيـة أن مجموع اثنين واثنين يسـاوي أربعة كثـيرا ما تذكر، برغم أنه يندر ذكر محتواها المحدد، والنتيجة هي شعورنا بأننا نحتاج أولا للتعريفات والتفسيرات. والسؤال البسيط أمامنا هو: هل كان من الممكن أن يصنـع الله عالمًـا لا يكون فيه مجموع اثنين واثنين يسـاوي أربعة؟ ومهما بلغ ما ندعي معرفته عن الخالق، فلابد قبل أن نناقش هذا من معرفة معنى اثنين واثنين اللذين يشكلان موضوع القضية، هل هما شيئان يتواجدان في الحقيقة أم في عقولنا؟ هل هما عددان أم شـيئان؟ وإذا كانا شيئين فأي نوع من الأشياء هما؟.

إن كان اثنــان واثنان يشـيران إلى مجرد أعداد، فالقضية سـتكون معنية بالعد البسيط، وسيظهر أنها مجرد تعريف للحد أربعة، فنعد اثنين ثم اثنين تاليين وهذا يأتي بنا إلى رقم لابد أن نعطى له اسـما من الأسـماء، والقضية تخبرنا بأن اسـمه أربعة، برغم أنه قد يحق أن نسـميه اسـمًا آخـر، مثل **كاتر** quatre أو فير vier، وهذا فعلاً هو اسمه عند غيرنا، وواضح من هذا أنه لا مجال لمعرفة قبلية.

يتضـح لنـا أن القضية يجب أن تفسر على أنها تشـير إلى أشـياء فيزيائية حقيقيـة، إنها تخبرنا أنه إذا أخذنا شـيئين من نفس النـوع أيًا كان، وأضفنا إليها شيئين آخرين من نفس النوع أيضا فسنملك مجموعة من أربعة أشياء في مجموعهـا - إننا لم نأخذ أربعة في المجمـوع، لأن هذا يعود بنا إلى عملية العـد الصرف، ولكن سـنملك تحت ملاحظتنا أربعة أشـياء نتيجة لعملية غـير عملية العـد، إننا نبين للطفل أنه عند وضـع تفاحتين بجوار تفاحتين أخريين فالنتيجة مجموعة من أربع تفاحات، ويرى الطفل أن نفس الشيء يصـدق عـلى الأصابع أو العدادات أو القروش، فيسـتنتج أنه يصدق على كل شيء يمكـن أن يتخيلـه مثل الموز أو ثعابـين البحر أو الغيلان ؛ ونحن نقر بأن معرفتنا عن التفاح أو الأصابع تجريبية، ومن هذه المعرفة التجريبية عن التفاح والأصابع نتوسـع في التعميم إلى ثعابين البحر والغيلان، وهذا ببسـاطة هو مضمـون القضيـة، وهو يزودنا بمثـال على معرفـة ناقصة أو خاطئـة قـد صنفت على أنهـا معرفة قبليـة، لأن التعميم الـذي هو جوهر القضيـة، مسـموح بـه في بعـض الحـالات ولبعض الأشـياء فقـط، ومن المسـتحيل في الحالـة التـي لا نعرفها أن نحكـم بصدق التعميـم بدون أن

تعرف الحالة بالتفصيل، ومثل هذه المعرفة لن تكون قبلية، فمثلا لا يمكننا معرفـة ما يصنعه ثعبانـا بحجر وثعبانا بحر معا قبل أن نعرف ما هو ثعبان البحـر؟ وهذا لا يمكن اعتباره معرفة قبلية، إن ثعبان البحر تسـمية تطلق على سـحابة مـن الطيور، فهل يصنـع ثعبانا بحر موضوعـان بجوار اثنين آخريـن أربعة من ثعابين البحر؟، أو يصنعـان ثعبان بحر واحد كبير؟، أو يتصـادف ويصنعـان اثنين أو ثلاثة؟ وماذا عن قطـرني مطر تلاقيان اثنتين أخريين على سطح نافذة؟ من الواضح أن القضية قابلة للتطبيق على أشياء تحتفظ بشـخصيتها خـلال عملية الإضافـة الفيزيائية، وليـس من الممكن أن نعـرف قبـلا إن **كانت** أي مجموعة معينة من الأشـياء لهـا هذه الخاصية أولا، وفي العصر الحديث درس الرياضيون علومًا جبرية يصنع فيها اثنان واثنان أعدادا غير الأربعة، ربما اثنين أو واحدة أو حتى صفرة، ومثل هذه العلـوم الجبريـة بالطبـع لا تنطبق على الأعـداد المفردة، بل عـلى عمليات وخطـوات وأحـداث، وقبل أن يكون مـن حقنا أن نقول بثقة إن شـيئين زائد شيئين يكون مجموعها أربعة أشياء، لابد أن نجد تعريفا للشيء الذي لا يدخل ضمن تلك الأشياء، وواضح أنه لا يمكن أن يكون مفطورة فينا كمعرفة قبلية لم يناقش **كانت**، قضية أن 2+2= 4، بل قضية أن 7+5=12، ووصـف هذا بأنه قضية قبلية تركيبيـة Synthetical a priori. بمعنى أنه يحتـاج لعمليـة الجمـع بالأصابع كي يقـدح زناد عقلـه، ويفترض صدق القضيـة العامـة، ومع ذلـك لا يعـرف 12، ولا يحدد الـ5 أو إلـ7 في غير الأصابع، التي يفترض أن القضية تنطبق عليها.

وربـما نجـد مثلا أفضل في قضيـة أن 7×5=5×7 لأن هذا على الأقل لا يحتـاج إلى تعريف لـ 12، أو حتى لـ5 أو 7 فهو بصدق بنفس الدرجة

لـو أبدلنـا ه و7 بأرقام غير محـددة أو كميات رقمية مثـل أ و ب فالقضية تنـص على أن حاصل ضرب ا ب مسـاو لحاصل ضرب ب أ، أو بعبارة أخـرى عندما نضرب او ب معين فإن الترتيب الذي نأخذهما به لا أهمية لـه، وهو ما قد يصح لو أن أ أو ب بدلان على أرقام خالصة، ولكن قبل أن نوافـق عـلى القضية العامـة، لابد أن تعرف أ او ب بقـدر من العناية. فعلـماء الرياضيـات الآن يسـتخدمون علومًا جبرية يصفونهـا بأنها غير تبادليـة حيـث لا يكون أ ب هو نفس ب أ، ووجد علماء الفيزياء أن هذا ينطبق على الأخص في العالم الأصغر من الذرة، وفي غالبية المشاكل التي نتعرض لها بالمناقشـة في عالم المقاييس البشرية فإن او ب لها دلالة بحيث تكـون اب مسـاوية ب أ، ولكـن في عـالم الإلكترونـات لا توجـد هذه الدلالـة، ولنـا أن نخمن أن أحد سـكان عالم الإلكترونـات قد يتحدى بعنـف القضية العامـة القائلة بـأن أ ب= ب أ، مؤكدًا أنهـا تصدق فقط تحت ظروف خاصة جدًا.

هكـذا أثبت الاختبار أن جانبًا كبيرًا من معرفتنا الرياضية، فيه قدر من التجريبيـة أكثر مما يبدو للوهلـة الأولى، أو مما يظن القبليون، فقد نقول إن قضية عامة من نوع 2+2= 4 يمكن أن تصدق بإحدى طريقتين: إما بعدية أو قبليـة ولا يمكن أن تصـدق القضية على مواضيع العالم الخارجي بدون أن نعرف شيئًا عنه، وفي هذه الحالة ستعتبر معرفة بعدية، فنحن أولا نختبر القضية إن كانت تصدق على مجموعة الأشـياء موضـع الاعتبار، وعندئذ فالقضيـة لا تعيـد إلينـا إلا المعرفـة التي وضعناهـا فيهـا، والقضية يمكن أيضـا أن تطبـق على مجموعات من الأشـياء نتخيلها في عقولنـا بطريقة ما

بحيث توفي الشروط الضرورية التي تجعلها صادقة وعندما تتناولها بهذا الأسلوب، ستحتوي على معرفة قبلية خالصة،

ولكنها لا تدلنا أبدًا على أي شيء في العالم الخارجي - بل تحدثنا عن تخيلات عقولنا فحسب. مكتبة سُر مَن قرأ

فمثلا القضية 2+2= 4 عندما نطبقها على التفاح تكون بعدية لأننا نستعين بتجربتنا عن العالم تتأكد أن التفاح يحتفظ بشخصيته المنفردة طوال عملية الإضافة، ولكنها عندما تطبق على الغيلان تكون قبلية لأن الغول مخلوق من صنع خيالنا، نتخيل أنه يحتفظ بشخصيته خلال عملية الإضافة.

وهكذا نرى أنه عندما نطبق القضايا الرياضية على المواضيع بالأسلوب البعدي، فإنها لا تعطينا أي معرفة عن العالم الخارجي أكثر مما وضعنا فيها من قبل، على حين أننا عندما نطبقها بالأسلوب القبلي، لن يمكنها أن تعطينا أي معرفة عن العالم الخارجي - فمن لا شيء لا شيء ex nihilo nihil fit. ومع ذلك، فمازال قدر كبير موجود من المعرفة الرياضية المجردة التي يمكن اشتقاقها بالعمليات الذهنية الخالصة، بدون أن نحتاج لأي معرفة عن العالم الخارجي، وأوضح مثال على تلك المعرفة يمكننا أن نجده في خواص الأعداد أو الكميات العددية بالأسلوب الذي يعبر عنه الحساب والجبر المعتاد، ومع ذلك يجب أن نسلم بأن الأعداد والكميات العددية لها وجود، فعلى سبيل المثال، يمكننا أن نبرهن بالعمليات الذهنية الخالصة، وبغير أن نحتاج إطلاقا لأي خبرة من العالم الخارجي، على أنه إذا كان عددًا خالصًا

فـإن: (1+1) (1-1) يكـون دائما أصغر مـن 1^2، فمثلا 8 × 6 أصغر من 7^2، وبنفس الطريقة يمكن اكتشاف أن 8، 9، 10 أعداد مركبة (أي أعداد نحصل عليها بضرب أعداد أصغر منها في بعضها)، على حين أن 7 و11 أعداد أولية (أي أعداد غير مركبة).

مثـل هذه الحقائق لا تحتوي على أي معرفـة أو خبرة عن العالم الخاص الـذي نحيـا فيـه، اللهـم إلا إذا اعتبرنـا وجـود كميـات معـدودة على أنه حقيقـة تجريبية، ولكن مادامت الأعداد مضطـرة للتعامل مع كل العوالم، فإنهـا تصدق على أي عـالم يمكن تخيله، ومهما **كانـت** الطريقة التي نتخيل بهـا هذا العالم أو غيره فـإن 7 لابد أن تكون أولية، ولهذا السـبب وحده،، فكـون 7 عـددا أوليا لا يحيطنا علـما بتركيب عالمنا الخـاص، ولا صلة بين هذيـن الموضوعين: كون 7 عدد أوليـا، وتركيب عالمنا الخاص، وهذه هي حقيقة كل ما يكتشفه عالم الرياضيات البحتة، فهي كلية بمعنى أنها تكون صادقـة في أي عالم من العـالم، وعلى هذا لا يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن خصائص هذا العالم أو غيره.

وفعـلاً لابد لأي معرفة يراد لها أن تعتـبر قبلية أن تكون كلية كما يقول **كانـت**، وهـي بهـذا لا تسـتطيع أن تخبرنـا بأي شيء عـن عالمنـا الخاص، ولتخيل رجلاً لم يحظ بأي قدر من التعليم، وقد أخبروه أنهم سـيبعثون به إلى بروكيون إنه لن يعلم إن **كانت** بروكيون هذه سجنًا أو قصرًا للجن، أو جزيرة أو نجمة، ولكنه سيعرف عن بروكيون بمقدار ما نعرف عن كوننا مسـتخدمين معرفتنـا القبليـة، ولو أنه حاول أن ينشـئ، علـمًا خالصًا عن بروكيـون، فإن جهوده لن تزيد في التفاهـة أو التضليل عن جهود **كانت**،

وهو ينشـئ علمًا خالصًا عن الطبيعة،، ومن خلال هذا الأسلوب نرى أن هنـاك مصدرًا واحدًا فقط لمعرفـة الخصائص المعينة لعالمنا الذي نعيش فيه هذا المصدر هو التجربة والمشاهدة وأن هناك منهجًا واحدًا فقط لاكتساب تلك المعرفة هو منهج العلم.

المعرفة التركيبية Synthetic Knowledge:

كان في الإقرار بهذه الحقيقة الجلية ما يقوض فرض **كانت**، بأكمله، فقد بـذل محاولتين لتجنبها، وهاتان المحاولتان تتميزان إحداهما عن الأخرى، وإن كان يبدو أنه لم يتنبه لهذا.

في **المحاولة الأولى** ادعى أن لديه نوعًا خاصًا من المعرفة القبلية، أسماها معرفة قبلية تركيبية – هي التي تنقل المعرفة عن عالمنا الخاص.

وفي **المحاولة الثانية** ادعى أن معرفتنا الفيزيائية ليست معرفة عن العالم، بل هي معرفة عن الطريقة التي تشتغل بها عقولنا – إنها ليست معرفة عن العالم الذي تدركه بحواسنا، بل هي عن طريقة إدراكنا لهذا العالم.

سبق لنا أن ضربنا مثلاً لمعرفة **كانت**، القبلية التركيبية في قضية أن 7+ 5 = 12، ويناقش **كانت**، مثالاً أكبر تخصيص هو قضية أن «كل الأجسـام ثقيلة»، فيستشـهد بقضية أن «كل الأجسـام ممتدة» على أنها نمـوذج واضح للمعرفة القبلية البعيدة عن كل خبرة عن العالم، ثم يقول إنه بعد أن نلتقي بالأجسـام الممتـدة في العـالم الحقيقي، نجدها ثقيلة مثلما هي ممتـدة، بإضافة هذه الحقيقة الجديدة لمعرفته السابقة يصل إلى قضية أن «كل الأجسام ثقيلة».

ويعتبر (**كانت**) أن كل قضايا الحساب، وكثيرًا من مبادئ الفيزياء، من النـوع القبلي التركيبي، فمثلاً يختار قانون بقاء المـادة **وقانون نيوتن الثالث** للحركة معبرًا عنها هكذا:

- ***«في كل تغيرات العالم المادي، تبقى كمية المادة بدون تغير»***.

- ***«في كل اتصـالات المـادة، يجـب أن يكـون الفعـل ورد الفعـل دائـما متساويين»***.

والعلم بالطبع لا يستطيع أن يؤيد هذا، إن **كانت**، نفسه يقر بأنه يعرف الثقل عن طريق ملاحظته للعالم الحقيقي، وهذا يخرج بنا عن نطاق المعرفة القبلية – والمعرفة القبلية التركيبية نراها على أنها مجرد اسم جديد للمعرفة البعديـة، ونوعًا من المصادرة على المطلوب، والمثال المذكور يتضمن ادعاء **كانت**، بأنه يعرف بوجود الجاذبية، فإن كان هذا في وسعه، فلماذا لم يعرف أيضًـا بوجود التجاذب والتنافر الكهربيين؟ وهل كان بمقدوره أن يعرف قبليًا أن جسـمين يحملان نفس الشـحنة الكهربية سوف يتنافران بدلاً من أن يتجاذبا؟.

بهذه الأساليب أقنع **كانت**، نفسه أن هذه المعرفة القبلية تقدم معلومات محددة ومؤكدة عن الكون الحقيقي.

ومثل هذه المزاعم تطرح فورًا أسئلة جديدة:

1- إن لم تـأت المعرفـة القبليـة من خـلال خبرتنا عن العـالم، فمن أين تـأتي؟ لقد ادعى أصحاب المذهب العقـلي أن لديهم معرفة قبلية تقول بأن: **لابد لكل شيء من سبب، فما هو إذن سبب المعرفة القبلية نفسها؟**

2 - إن لم تـأت المعرفـة القبلية مـن معرفتنا عن العـالم، فكيف يمكنها أن تخبرنـا بأي شيء عن العـالم؟ وكيف يتأتى لنا عندما نخطو إلى العالم أن نجـد هـذا العـالم يتلاءم مـع معرفتنـا القبليـة؟ وإن كان **كانت**، أو **أدينجتـون** قد نجحـا في بناء الكون بأكمله من مثـل هذه المعرفة، فعلى أي أساس كانا يتوقعان للكون الحقيق أن يتلاءم مع تنبؤاتهما؟.

نظرية المعرفة عند (كانت)

تبـين **كانـت**، الصعوبـات الواضحـة التـي تقدمها هذه التسـاؤلات، وهـو ما جعله يتراجع إلى خـط دفاعه الثاني، مبتكـرًا مجموعة من الأفكار لم يتفق الفلاسـفة أنفسـهم حـول معناها المحـدد، وقد يكـون هناك مبرر للتسـاؤل عـما إذا(**كانـت**) مبـادئ **كانـت**، تثير فـوضى شـديدة في ألمانيا، فكان أسـاتذة الجامعـات ممنوعين من المحاضرة عنهـا، وبالرغم من ذلك فقد أجبر أحدهم على الاسـتقالة لأنـه تجرأ واختلف مع (**كانت**) وفي هذا التوقيت سـأل **كانت**، عن أكثر شـارحيه إلمام بالمعنى المقصود، وفي إجابته أشار إلى رجل معين اسمه **شولتز** Schultze، وضع تفسيرًا مبدئيًا أضاف إلى تعقيـد الأجزاء السـهلة من فلسـفة **كانـت**، في توسـع متعب، في حين أنـه حذف الأجزاء الصعبـة واضعًا بعض العبارات التـي **كانت** واضحة الخطأ، وهكذا بقيت مشكلة اكتشاف معنى ما كتبه بدون حل حتى اليوم، ويخبرنـا جيمـس وارد أنه في المدة مـن 1865 و1878 كان هناك على الأقل ست صيغ مختلفة لفلسفة **كانت**..

وبرغم أن أحدًا لا يمكنه أن يخبرنا بالتحديد بما عنى **كانت**، بنقله إلينا، فإني آمل أن أعبر في شرحي له عن نظرة متوسطة لمعناه، بالقدر الذي يؤثر في المشاكل المطروحة أمامنا.

فبالنسبة لأول السؤالين اللذين طرحناهما - إن لم تأت المعرفة القبلية من خبرتنا عن العالم فمن أين تأتي؟ فإن إجابة **كانت**، فما يبدو هو أن المعرفة القبلية تأتي من التركيب الفطري للعقل البشري، فكما بنى الجسم البشري بطريقة معينة، مزودًا بعينين وأذنين وأعضاء أخرى تؤدي وظائف معينة، كذلك فطر العقل البشري على طريقة معينة، مزودة بملكات خاصة تؤدي وظائف محددة، وفي هذه الملكات علينا أن نبحث عن مصادر معرفتنا القبلية، فهي التي تخبر المعطيات الحسية التي تستبقى وتلك التي تهمل، وإلا ظلت الإحساسات تربك العقل بغير توقف.

ومن خلال الإحساسات التي يستبقيها العقل، يكون صورته الخاصة عن العالم الخارجي، ونتيجة للقدرة الاختيارية للعقل، تبرز قوانين وأنظمة معينة تتلاءم معها إدراكاتنا الحسية، فمثلا لو وضعنا خليطًا عشوائيًا من حبات البطاطس على غربال سعة شبكته بوصة، سنعرف أن كل حبات البطاطس التي تتبقى فوق الغربال ستخضع لقانون واحد على الأقل - هو أنها جميعا سيزيد قطرها على البوصة، وهذا القانون لا تخضع له البطاطس في العادة، ولا الخليط العشوائي الذي وضع فوق الغربال، إنما هو قانون فرض على البطاطس بالقدرة الاختيارية للغربال، وهو يعبر عن خاصية في الغربال لا في البطاطس، ويفترض **كانت**، أن قوانين الطبيعة التي نعرفها والتي يظن أنها قبلية، قد فرضتها على العالم قدرة العقل

البشري الاختيارية، والعقل بهذا يعمل كمشرع للطبيعة، والمعرفة القبلية تضع الشروط التي يجب أن تتلاءم هي والظواهر وإلا لم يدركها الحس.

سنضرب مثلين بسيطين يقربان لنا موضوع أساليب الاختبار. أول المثلين عن الضوء فهو خليط من موجات مختلفة الأطوال، فإذا مررنا الضوء خلال مطياف، فإن موجاته المختلفة تنفصل عن بعضها، ونشاهد طيفًا من الألوان هي الأحمر والبرتقالي، فالأصفر، فالأخضر، فالأزرق، فالبنفسجي - أي ألوان قوس قزح، وخارج حدود هذا الطبل لا يوجد غير السواد، لكننا لو وضعنا ترمومترًا في المنطقة المجاورة للأحمر، فإن الزئبق يبدأ في الارتفاع داخل الترمومتر، دليلاً على وجود إشعاع غير منظور هو الأشعة تحت الحمراء الحرارية، وعلى النهاية الأخرى من الطيف بجوار البنفسجي، توجد منطقة لا ترى عيوننا عندها أي شيء، ولكن - أنواع معينة من الأملاح تفسفر عندها، دالة على أنه هنا أيضا يوجد إشعاع غير مرئي لأعيننا، هو الأشعة فوق البنفسجية، وبعدها نأتي إلى الأشعة السينية، وبعدها أيضا أشعة جاما التي تشعها المواد المشعة.

تستطيع أجهزتنا أن تبين طيفًا متصلاً من الإشعاعات تتراوح بين موجات الراديو الطويلة وأشعة جاما القصيرة، والنسبة بين أطول الموجات وأقصرها قد تبلغ نحوًا من عشرين مليون مليون إلى واحد، وعلى العكس من ذلك فالنسبة بين أطول الموجات التي تستطيع عيوننا رؤيتها وأقصرها تقف عند اثنين إلى واحد فقط، وهكذا فمن بين كل المدى الإشعاعي المعروف لدينا من خلال أجهزتنا، يوجد جزء من عشرة آلاف مليون مليون يمكن إدراكه حسيًا بواسطة عيوننا - وهو قدر ضئيل للغاية.

إن عجز بصرنا إلى هذا الحد، يجعل هذا العجز يعمل كغربال لإدراكاتنا الحسية، فكل أنواع الإشعاع تسقط على الشبكية، ولكن الشبكية حساسة فقط لجزء صغير مما تستقبل، وهي تنبه العقل لوجود هذا الإشعاع وحده، وقد يستنتج العقل من ذلك أن كل الإشعاعات تقع بين الأحمر والبنفسجي، ومن وجهة نظر **كانت**، فإن هذا يتفق مع المعرفة القبلية التي يزعمها أصحاب المذهب العقلي، ولعلنا نلاحظ أنه لو صح هذا التشبيه، فالاستنتاج الوحيد الذي نخرج به هو ألا نثق في المعرفة القبلية إطلاق.

وثاني المثلين عن الصوت، وهو مشابه للمثل الأول، لأن آذاننا حساسة لأصوات تتراوح طبقتها بين حوالي عشرة جوابات، من ضمن المدى اللانهائي الذي يمكن أن يحدث في الطبيعة، فلو اعتمدنا على المعطيات السطحية التي تقدمها أعضاء حسنا المجردة، فقد نزعم أن كل الأصوات تقع بين مدى عشرة جوابات.

هذه هي الطريقة التي تعمل بها غربالات أعضاء حسنا، وهناك مثل بسيط قد يفسر كيفية عمل الغربالات العقلية، إن سماء الليل تعرض مجموعة مختلطة من النجوم التي قد تبدو مرتبة في بروج مختلفة، هذه البروج رأى فيها الإغريق اشكال أبطالهم وحيواناتهم التي تصاحبهم لأن عقولهم **كانت** معتادة على الأساطير والروايات، أما الصينيون الأكثر واقعية فقد رأوا نفس مجموعات النجوم على أنها حيوانات أقرب للحياة اليومية، وهناك أيضًا نجوم في السماء الجنوبية لم يتمكن الإغريق أبدًا من رؤيتها لأن رحلاتهم **كانت** مقصورة على نصف الكرة الشمالي، وعندما اكتشف ملاحو عصرنا البحار الجنوبية، ورأوا هذه النجوم للمرة الأولى،

لم يروها على أنها مجموعات من أبطال وحيوانات جدد، فقد ولى عصر تلك الأوهام. وترك المستكشفون تلك النجوم العلماء الفلك الواقعيين لكي يرتبوا النجوم الجديدة في أشكال المثلثات والساعات والتليسكوبات وما شابهها، وهم اختاروا هذه الأشياء لأن عقولهم العلمية كانت معتادة على التفكير فيها، إن تقسيم النجوم إلى أبراج لا يخبرنا بغير القليل عن النجوم، ولكنه يخبرنا بالكثير جدا عن عقول الحضارات المبكرة وعن علماء الفلك في العصور الوسطى.

ويرى **كانت**، أن عقولنا تصنف ظواهر الطبيعة على هذا المنوال، فالعالم الخارجي بزودنا بحشد مختلط من الانطباعات التي يجوز أن تصنفها عقولنا بأي طريقة، ولكنها تختار طريقة واحدة معينة لأنها مركبة بطريقة واحدة معينة، وقد توجد أنواع أخرى من العقول التي تختار طرقًا أخرى، والقوانين التي نستنتجها من المعرفة القبلية أو الاستدلال لا تمثل إلا عادات للتفكير مغروسة في عقولنا، هذه العادات تقيد الرؤيا الطليقة لعقولنا، ولكن العقل الذي لا يدرك حدوده، يشرع في إرجاع هذه الحدود إلى الطبيعة نفسها، وهكذا يقول **كانت**:.

«العقل لا يدرك حسيًا إلا ما ينتجه وفق تركيبته الخاصة».

«الأشياء تتوافق هي وطبيعة ملكة الإدراك الحسي لدينا».

«نحن نعرف قبليًا عن الأشياء ما نضعه فيها فحسب».

وصف **كانت**، هذا على أنه ثورته الكوبرنيكوسية، فعندما بدا أن أي تقدم جديد في الفلك الذي يفترض أن الشمس تدور حول الفلك غير

ممكن، جسم كوبرنيكوس الموقف بافتراضه أن الفلك هو الذي يدور حول الشمس، وظن **كانت**، أنه قد أزال صعوبات المعرفة القبلية بطريقة مشابهة - فلو قلنا إن عقولنا تتوافق هي والظواهر التي تدركها حسيًا، فإن معرفتنا لا يمكن أن تعتبر قبلية، لذا يجب - كما فكر **كانت**، - أن نجعل الظواهر هي التي تتوافق هي وعقولنا.

إذا **كانت** هذه هي الإفادة الحقيقية عن المعرفة القبلية، فهي لن تفيدنا إلا بقدر ضئيل جدًا عن الطبيعة، هذا القدر هو عن عقولنا نحن، ولن تكون معرفة عن تركيب الكون من خارجنا، بل عن تركيب عقولنا من داخلنا، وعندها نحصل على إجابة عن سؤالنا الثاني - إن لم تكن المعرفة القبلية تأتي من معرفتنا عن العالم، فكيف يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن العالم؟ والجواب هو أنه لا يمكنها، لأنها تستطيع أن تحدثنا عن تركيب عقولنا فقط.

كل هذا يلقي ضوءً ساطعًا على المنهجين المختلفين للعلم والفلسفة، لقد اقترح **كانت**، بالفعل أنه يجب أن نؤسس معرفتنا عن الأشياء Things على شيء ما ونضعه نحن أنفسنا فيها، وهذا الشيء بالذات هو الذي يتحفز رجل العلم لاستئصاله، لأنه يعلم أنه ليس معرفة عن العالم الخارجي على الإطلاق.

و(الغرابيل) التي نسبها **كانت**، إلى العقل البشري يبلغ عددها أربعة عشر، يأتي في مقدمتها اثنان أسماهما (صورتا الإدراك الحسي) وهما المكان والزمان، ويتبع ذلك اثنا عشر غربالاً يمكن تسميتهم ب (صور الفهم) برغم أن **كانت**، يفضل اسم (التصور الخالص للفهم) أو (المقولات)

Categories، وهذا المصطلح الأخير استعاره من **أرسطو** ولأن غرضنا في النهاية أن نستعرض رأي **وكانت**، في المكان والزمان لمقارنته برأي العلم الحديث، فمن المناسب أن نشرع فورًا في مناقشة المكان والزمان في عبارات عامة.

المكان والزمان

يعرف العلم المعاصر أن كلمتي مكان وزمان تسمحان بعديد من التفسيرات، فهناك أربعة معانٍ متميزة يمكن تناولها كل على حدة، والمعاني التي تخص المكان هي على وجه التقريب:

المكان التصوري: هو مبدئيًا مكان الهندسة المجردة، ولا وجود له إلا في عقل الإنسان الذي يخلقه بالتفكير فيه، وقد يجعله إقليدًا أو غير إقليدي، ثلاثي الأبعاد أو متعدد الأبعاد كما يشاء، وهو ينعدم من الوجود عندما يتوقف مبتكره عن التفكير فيه - مالم يخلده طبعًا في كتاب مدرسي.

المكان الإدراكي الحسي: هو مبدئيًا مكان كائن واعٍ يمارس أو يسجل إحساسات، فنحن نشعر بشيء ما وتفترض حاسة اللمس أن له شكلاً وحجمًا معينين، ونرى مجموعة من الأشياء، ويفترض بصرنا أن هذه الأشياء تجمعها علاقات خاصة، ونجد أنه يمكننا أن نروض افتراضات حواسنا المختلفة بتخيل أن كل الأشياء مرتبة في تجمع ثلاثي الأبعاد نسميه بالمكان، وهذا هو المكان الإدراك الحسي، اخترعه إنسان

يمارس الإحساس، وينعدم من الوجود بمجرد أن تكف حواسه، فبالنسبة لإنسان أعور أو لإنسان يرى الأشياء على بعد لدرجة أن إبصاره لا ينقل أي فكرة عن المسافة يكون المكان الإدراكي الحسي ثنائي الأبعاد على الأقل إذا لم تستعمل حاسة أخرى غير الإبصار. وعلى هذا النحو تخيل القدماء أن النجوم الثابتة تقع على سطح كروي ثنائي الأبعاد. وعندما يرى إنسان عادي الأشياء عن قرب، بحيث يستفيد من إبصاره باستخدام العينين معًا، أو بمجرد أن يرى الأشياء واحدًا يتحرك خلف الآخر أو بمجرد أن يستعمل حواسًا غير الإبصار فإن بعدًا ثالثًا للمكان الإدراكي يبرز على الفور إلى الوجود.

المكان الفيزيائي: هو مكان الفيزياء والفلك، فالمكان التصوري والمكان الإدراكي، كلاهما مكانان خاصان، فأحدهما خاص بشخص يفكر، والآخر خاص بشخص يدرك بحواسه، ولكن العلم وجد أن النسق الذي تجرى عليه الأحداث في العالم الخارجي يمكن تفسيره، إذا افترضنا أن الأشياء الملهية، قد وضعت إلى الأبد، بحيث تتحرك في مكان عام يشترك فيه كل المشاهدين، وإذا تجاوزنا التعقيد الذي تدخله نظرية النسبية يمكننا القول بأن هذا المكان العام هو المكان الفيزيائي.

المكان المطلق: هو ذلك النوع الخاص من المكان الفيزيائي الذي أدخله **نيوتن** ليجعل منه أساسًا لنظامه الميكانيكي وظل يستخدم استخدامًا علميًا عامًا على امتداد الفترة بين **نيوتن** و**ألبرت أينشتاين**. عندما نقول إن قطارًا تحرك مسافة عشرة أميال متجهًا نحو محطة لندن، فنحن نعني

أنـه تحرك مسـافة قدرها عـشرة أميال عـلى طول القضبـان التي يجرى عليها نحو المحطة، وليكن من العلامة 105 ميلاً إلى العلامة 95 ميلاً، وفي نفـس الفترة من الوقـت **كانت** الأرض تحمل هذه القضبان معها، وتنقلها مائة ميل نحو الشرق خلال دورتها اليومية حول محورها، وربما تحركت 10،000 ميل من مدارها السنوي حول الشمس على حين تجر الشـمس الأرض معهـا، ولعلها تحركـت 100،000, ميـل متجهة إلى أقـرب نجـم، و000 , 000 , 1 ميل مبتعدة عن مجـرة بعيدة، وكل هذه الحركات حقيقية وصادقة بنفس الدرجة، ولكنها كلها نسـبية فحسب بالنسبة لجسم آخر يتحرك.

قد يسـتمر هذا التسلسـل بلا حدود، إلا أن **نيوتن** تخيل أنه لا يسـتمر، فقد اعتقد أن أقصى أجزاء الكون تشغلها كتل هائلة تهيئ نقطة ثابتة تسند إليهـا الحركة، على حين أنها نفسـها تعتبر مقاييس للسـكون المطلق، برغم أنـه عقـب بملاحظة أنـه «**ربما لا يوجد جسـم في سـكون حقيقي، بحيث يمكن أن تسـند إليـه المواضيع والحـركات**» وفيما بعد افترضـوا أن المكان مملوء بأثير شـبيه بالهلام، وافترضوا كذلك أنه يقدم قياسًـا للسـكون التام إلى أن أطاح به مجيء نظرية النسـبية، وبالتسليم بوجود مثل هذه المقاييس، وصف **نيوتن** المكان الذي تؤخذ منه هذه القياسات على أنه المكان المطلق. وهو كما قال: «**طبيعته الذاتية، وبغير اعتبار لأي عامل خارجي، يظل دائما متماثلاً وغير قابل للحركة**» وقد قابل بينه وبين المكان الإدراك الحسي الذي وصفه بالمكان النسـبي – على أساس أنه «**بعد أو مقياس قابل للحركة من المكان المطلق الذي تحدده حواسنا**».

وفي أسلوب مماثل تمامًا، نستطيع أن نميز أربعة معان متميزة للزمن، فهناك زمن تصوري، وزمن إدراكي حسي، وزمن فيزيائي، وزمن مطلق.

الزمن التصوري: هو زمن الديناميكا النظرية، وكل المحاولات المجردة لدراسة التغير والحركة، وهو مثل المكان التصوري لا يوجد إلا في عقل شخص يفكر، وهو يجعله ذا بعد واحد عادة، وإن كانت هذه ليست قاعدة، فمثلاً وجد **ديراك** Dirac أنه من المناسب أن يقاس الزمن بالعدد، وهو ما يصل إلى افتراض أن الزمن له أبعاد كثيرة بقدر ما نود أن ننسب إليه.

الزمن الإدراكي الحسي: يسجل انسياب الزمن لأي فرد يدرك حسيًا، وهو بهذا متعلق بوعي فرد معين، وينعدم من الوجود بمجرد أن يفقد هذا الفرد وعيه، وتدلنا الخبرة على أن عمليات الإدراك الحسي لجميع الأفراد تقع على سلسلة خطية واحدة - أي أنها تأتي الواحدة تلو الأخرى وبذا فالزمن الإدراكي أحادي البعد.

الزمن الفيزيائي: هو زمن العالم النشط للفيزياء والفلك وهو عام كالمكان الفيزيائي، وعلى العكس من الزمن التصوري أو الإدراك الحسي فهما خاصان، كذلك وجد العلم أن النسق الذي تسير عليه الأحداث يتوافق هو وافتراض أن كل الأحداث يمكن ترتيبها بشكل موحد في تسلسل خطي واحد، والموضع على هذا التسلسل هو الذي يحدد الزمن، ويسمح هذا بعدد لا نهائي من الطرق لقياس الزمن بحيث يجب الاتفاق على مفهوم لكيفية القيام بالقياس الفعلي. ونحن نتفق على اختيار بعض الحركات التي تكرر نفسها بانتظام، مثل حركة

الأرض في مدارهـا، لنجعـل منهـا (سـاعة) ويحتسـب كل تكرار لهذه الحركـة كوحدة للزمـن - وفي هذه الحالة بالـذات تكون وحدة الزمن سـنة كاملة، وهي وحدة كبيرة جدا بالنسـبة لمعظم الأغراض العملية، فلابـد من اكتشـاف حـركات أخـرى تتكـرر بانتظام، مثـل تذبذبات البنـدول أو اهتـزازات إحدى البلـورات، فهي حـركات تتكرر مرارًا في السـنة، وتهيـئ لنـا الوحدات التـي نحتاجها في حياتنـا العامة، وفي الأبحاث العلمية التي يدخل فيها الزمن.

الزمن المطلق: وهو المناظر للمكان المطلق، رأينا كيف أنه يمكن تركيب سـاعة، لتعطينا قياسًـا مناسـبًا للزمن في أي نقطة من المكان، ومشـكلة تزامن الساعات المختلفة في الأجزاء المختلفة من المكان سنعود إليه فيما بعد، فلو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية فمن السهل ضبط الساعات البعيـدة مثلا نضبط سـاعات أيدينا على سـاعة الجامعـة، وعندما أهمل **نيوتن** أن سرعة انتقال الضوء محدودة، سـلم بإمكانية القيام بذلك، كما سـلم بأن هناك زمنا كونيًا. «ينسـاب باطراد» وبغـير اعتبار لأي عامل خارجي، على امتداد الكون، وهذا ما نصفه بالزمن المطلق.

ما هما المكان والزمان:

لا توجد صعوبة في فهم معنى المكان التصوري أو الإدراكي الحسي، أو معنـى الزمان التصوري أو الإدراكـي الحسي، لأنها من مبتكراتنا الخاصة، وكل هـذه المعاني تتواجد في وعينا الشـخصي، وتنعـدم من الوجود عندما يتوقـف الوعي عن العمل، ولكن عددًا كبيرًا من الآراء قد طرحت حول الأهمية الحقيقية للمكان والزمان الفيزيائيين.

فالعلـم تبنى وجهة نظر نسـبية عن عالم الطبيعة، وسـلم بـأن إدراكاتنا الحسـية، مصدرها أشـياء ذات وجود حقيقي - مثـل النجوم، والطوب، والـذرات... إلـخ - وهـذا الوجود خـارج عقولنا ومسـتقل عنهـا، فإذا انعدمـت عقولنا من الوجود أو توقفت عـن العمل فإن النجوم والطوب والـذرات تظل موجـودة، وقادرة على إحداث إدراكات حسـية في عقول أخـرى، ووجهة النظر هذه تجعل للمكان والزمان وجودًا حقيقيًا كوجود الأشياء المادية، فهما موجودان من قبل أن يظهر العقل في العالم، وسيظلان موجودين بعد فناء كل العقول.

وفي مقابل هذا أبرزت الفلسـفة إمكانية وجـود آراء مختلفة، فهي مثلاً تـرى أننـا لا نعـرف غير أنفسـنا وغير ما هـو في داخل عقولنـا، أما ما هو خارجهـا فليـس في وسـعنا أكثـر من أن نخمنـه، والتخمين قـد يؤدي إلى الخطـأ، وتفـترض الفلسـفات الذهنيـة أو المثاليـة أن ما هو خـارج العقل ليـس له الوجود الخاص الـذي يفترضه أصحاب المذهـب الواقعي، لأن الوعي أسـاسي في العالم، والأشـياء التي افترض أنها حقيقية والتي تحدث إدراكاتنا الحسية هي من خلق عقولنا وعقول الآخرين، وليس هناك مبرر لأن نضفـي عـلى المـكان والزمـان درجة مـن الحقيقة أعلى ممـا نضفي على الأشـياء التي تعينها في المـكان والزمان، والنتيجة أنهـا يصبحان أيضًا من المبتكـرات الذهنية، وبهذا يصبح المـكان والزمان التصوريان والإدراكيان عـلى نفس الدرجة من الحقيقة مثـل أي شيء آخر، على حين يصبح المكان والزمان الفيزيائيان مجرد محـاولات للتعميم الذهني من هاتين الحقيقتين، ويناقض هذا رأي أصحاب المذهب الواقعي فهم يرون أن المكان والزمان

الفيزيائيين حقيقيان، على حين أن المكان والزمان التصوريين والادراكيين لا يزيدان على مجرد انعكاسات وتجريدات من هاتي الحقيقتين.

وفي العصور الحديثة كان أول من تعرض لطبيعة المكان والزمان هو نقولاس الكوزاني 1401 - 1464 فقد اعتقد أن المكان والزمان من إنتاج العقل، وعلى هذا فهما في درجة من الحقيقة أدنى من العقل الذي خلقهما، وفي مقابل هذه النتيجة الفلسفية الصرفة، نرى **جوردانو برونو** (1548-1600) يتعرض للمكان والزمان من الناحية الفلكية فيرى أن العبارات: (فوق)، و(تحت) و(ساكن) و(متحرك) ليس لها معنى في عالم تستمر فيه الشموس والكواكب في الدوران إلى الأبد دون أن تعرف أي مركز ثابت، وعلى هذا فالحركات كلها نسبية وهو نفس ما أقنع به **ألبرت أينشتاين** العالم بعد ذلك - والمكان والزمان المطلقان لابد أنها من تلفيق الخيال، وكانت لدى **لايبنتس** (1646 -1716) آراء مماثلة لذلك، فقد اعتقد أن المكان والزمان لا يوجدان بذاتها ولكن بنسبتها للأشياء، فالمكان ما هو إلا ترتيب الأشياء التي تتواجد معًا، والزمان ترتيب الأشياء التي تتعاقب، فكل هؤلاء المفكرين اختصروا المكان والزمان إلى المكان والزمان التصوريين والإدراكيين، في حين جعلوا المكان والزمان الفيزيائيين بلا وجود حقيقي، أما المكان والزمان المطلقان فلم يتعرضوا لها على الإطلاق.

ثم أتى إسحاق **نيوتن** (1642-1727) ليعارضهم جميعًا، فقد سلم ضمنيًا بأن المكان والزمان ليسا مجرد تابعين للوعي بل هما موجودان بذاتها، وأتى بالفرضية العلمية التي ترى أن القياسات المطلقة للمكان والزمان ممكنة على الأقل من حيث المبدأ.

مناقشة كانت، للمكان والزمان:

بـدأ **كانت**، مناقشـته حول المـكان والزمان بأن طرح الأسـئلة التالية: **مـا هما المـكان والزمان؟ هل لها وجـود حقيقي؟ أو هما مجـرد علاقات بين الأشـياء؟** وإن كانا مجرد علاقات بين الأشـياء فهـل تنتمي هذه العلاقات إلى الأشـياء حتى إن لم تدرك الأشـياء حسـيًا؟ أو بمعنـى آخر هل هما من ابتكار العقل الذي يدرك حسيًا؟

لم يميـز **كانت**، بـين الأنـواع المختلفة من المـكان والزمـان التي مررنا عليهـا، ولكنه تعرف عليها كلها على أنها المكان والزمان الإدراكيان وكان رأيه عمومًا أن المكان ليس له وجود حقيقي بذاته، ولكن عقولنا تتقدم به عـلى أنـه هيكل لترتيب الأشـياء، بحيث لا يصح أن نتكلـم عن المكان أو امتداد الأشـياء وغيرها إلا من وجهة النظر الإنسـانية فقط، والمكان ليس تصـورًا مشـتقًا من خبرة خارجية، بل هو تمثـل قبلي ضروري يصلح لكي تؤسس عليه كل الإدراكات الحسية الخارجية، والزمان أيضا ليس تصورًا تجريبيًـا، وليـس له وجـود حقيقي خـاص به، وعـلى حين يصلـح المكان لتمثلات الإدراك الحسي الخارجي، نجد الزمان يصلح لتمثلات الإدراك الحسي الداخلي - إدراك الذات، وإدراك حالاتنا الداخلية.

حاول **كانت** أن يبرر هذه الآراء وهو يناقش نقيضته الأولى antinomy، والمقصـود بالنفيضـة عنـد **كانت**، أنهما تأكيـدان متناقضـان يتأكد أحدهما ببطلان الآخر، ويقول **كانت**، إننا نجعل التأكيدين يتنازعان ليس بغرض الحكـم لصالح أحد الجانبين، بل لنكشـف عـما إذا كان موضوع النزاع لا يزيـد عن مجرد وهم، على حين يجاهـد كل جانب عبثًا للوصول إلى هدفه،

مع أنه حتى لو وصل إلى هدفه لن يكسب شيئًا، وبعد أن يجد كل جانب أنه قد أرهق نفسه بدلاً من أن يجرح خصمه، سيكتشف الجانبان عدمية سبب الشجار، وسينفضان وهما صديقان حميمان. والأفكار الجديدة التي تسترضي المتنازعين توصف بأنها حل النقيضة، وهذا الحل قد يكون صادقًا أوغير صادق، ولا يمكن البرهنة على صدقه إلا إذا أثبتنا أنه يقدم الحل الفريد للنقيضة، وليس بطريقة أخرى، ولو أنه أغفل هذه النقطة.

أول نقيضة **لكانت**، تتألف باختصار من تأكيدين بأنه من المستحيل أن نتصور أن:

(أ) العالم له بداية في الزمان، وهو أيضا محدود في المكان.

(ب) العالم ليس له بداية في الزمان، وليس له حدود في المكان.

والمبررات التي يقدمها لكي يرفض البديلين كليهما تبدو غير مقنعة على الإطلاق، يراها العقل العلمي المعاصر لا معنى لها، فليس هناك مبرر لكي نربط بين لا نهائية المكان ولا نهائية الزمان كما فعل **كانت**،، فعلماء الرياضيات تناولوا بالدراسة خواص الأكوان التي يكون فيها المكان محدودًا والزمان غير محدود، ولم يجدوا أي نوع من عدم الاتساق المنطقي، فمن السهل أن نتناول الزمان والمكان كلاً على حدة.

عارض **كانت** البديل (ب) فاحتج بأن أي كمية لابد أن نعتبرها تركيبة من وحدات كمية منفصلة يعقب بعضها بعضًا، فمثلا الكيلو متر يعتبر طولا لـ 1000 مسطرة طول كل منها متر وقد وضعت إحداها عند نهاية الأخرى، فإن كانت الكمية لا نهائية، لن يمكن للتركيبة أن تستكمل أبدا؟

وهذا في رأيه هو التعريف الحقيقي للانهائية، ومن ثم فإن هذا يستتبع دون الوقـوع في خطـأ، أن أبديـة تتكون من حـالات فعلية متعاقبـة حتى لحظة معينة (ولتكن اللحظة الحاضرة) لا يمكن أن تكون قد نشـأت، وأن العالم لهذا السبب لابد أن يكون له بداية.

في هـذه القضية بعـض الكلمات المهمة مثل «لا يمكن أبدا اسـتكمالها» نريـد مثـلا أن نعـرف مـن أو ما الـذي لا يمكـن اسـتكماله؟ ولمـاذا يريد ذلـك؟ وهل يريد اسـتكمالها في تخيله أو في الحقيقـة؟ وإلى أن تصلنا بعض المعلومات، فالقضية لا تزيد على بعض الكلمات التي لا معنى لها.

وبخلاف هذا، فالقضية فاشلة لأن أي كمية يمكن تناولها بطريقة أخرى غير أن تتعاقب على شـكل وحدات منفصلة، فلـماذا يجب التفكير في الكيلو مـتر على أنـه 1000 متر؟ لماذا لا يكون نصف كيلو مـتر متعاقبين؟ أو لماذا لا ننظر إليه ببساطة على أنه كيلو متر واحد؟ إننا بمجرد أن نوافق على الاحتمال الأخير، تتهاوى قضية **كانت** لأننا في هذه الحالة سـوف نزيد في طول المكان أو الزمان بمقدار وحدة القياس كما هي حرفيًا Pari Passu وبرغم أن أعمارنا المحدودة أقصر من أن تسمح لنا بتخيل الأبدية على أنها تعاقب للساعات أو الأعوام، فمازلنا نستطيع التفكير فيها على أنها أبدية واحدة.

وفي معارضتـه لــ (1)، يحتج **كانت**، بأنه لـو كان للعالم بداية في الزمان فلابد أنه كان هناك زمان خال من العوالم، ولكن ليس هناك سبب لوجود أي شيء يبـدأ في زمـان خـال، لأنه لا جـزء من هذا الزمـان يتضمن حالة كينونة متميزة تكون أفضل من اللاكينونة (العدم). وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون للعالم بداية.

وهذه الحجة تسقط لأنه سلم بأن الزمان قد سبق العالم، فهذا لم يكن الرأي المألوف للفلسفة، **فافلاطون** مثلاً رأى أن الزمان والسموات وجدا في نفس اللحظة، وكتب القديس **أوغسطين** Augustine:

Non in tempore sed cum tempore finxit Deus mundum

«ولم يشكل الله العالم في الزمان، ولكن مع الزمان»، و**كانت**، نفسه يقول بأن الزمان ليس موجودًا بذاته، بل هو «**شكل الحالة الداخلية أي لإدراكاتنا لذواتنا ولحالاتنا**» فإن كان الزمان في داخل ذواتنا، ونحن في داخل العالم، فلابد أن يكون الزمان في العالم، وأنه لمن تحصيل الحاصل أن نقول إن العالم موجود في الزمان.

وبعد أن يورد **كانت**، قضايا مماثلة بخصوص المكان، يرى أن الحل هو أن المكان والزمان ليس لها وجود حقيقي، **بل هما مجرد شكلين للإدراك الحسي البشري**، وعلى هذا فهما من خلق العقل البشري وحده، ونحن أحرار في تصور البديل (أ) مرة والبديل (ب). مرة أخرى، فهذا لا يزيد في تناقض طرف النقيضة، مثلاً يحدث أن نرسم الخرائط مرة باستعمال **مسقط مركاتور** وهي إحدى طرق الإسقاط الإسطواني المستعملة في رسم الخرائط، اخترعها العالم الجغرافي ورسام الخرائط الفلمنكي **جيراردوس مركاتور** ومرة أخرى بالمسقط المجسم، ونحن أحرار في استعمال ما يخدم أغراضنا بطريقة أفضل ولكن حتى لو كانت الحجج التي ساقها **كانت**، صحيحة، فلسنا ملزمين بتقبل والحل، الذي يراه، لأنه حتى لم يحاول إثبات أنه الحل الوحيد الممكن.

وهناك ثلاثة من التأملات التي تتعرض لمشكلة المكان والزمان، ولعل هذا هو موضعها على ضوء تأثيرها في مبادئ **كانت**، عن المكان والزمان.

السرعة المحدودة للضوء:

يستغرق الضوء فترة من الزمن لكي ينتقل خلال المكان، ويبدو أن **كانت**، لم يكن يعرف هذه الحقيقة برغم أن الفلكي الدنماركي **رويمر** Roemer اكتشفها منذ عام 1675، فكوكب المشتري له عدد من الأقمار التي تدور من حوله بنفس النظام الذي يدور به القمر حول الأرض، وعندما عرفت الفترة التي تستغرقها دورة كل قمر للمشتري، بدا أنه من السهل أن يوضع جدول زمني لحركات أي قمر في المستقبل، ووضع رومر هذا الجدول الزمني، ولكنه وجد أن الأقمار لم تلتزم به، فقد وجد أن الأقمار تتأخر وتتخلف عن زمنها المحسوب عندما يكون المشتري أبعد عن المسافة المتوسطة بينه وبين الأرض، على حين تأتي مبكرة عن توقيتها عندما يقترب المشتري من الأرض، واكتشف رومر أن الاختلافات التي شاهدها يمكن تفسيرها إذا افترضنا أن الضوء ينتقل خلال الفضاء بسرعة محددة وموحدة، وعلى هذا فالاختلافات الظاهرة تعتمد على الزمن الذي يستغرقه الضوء في انتقاله من المشتري إلى الأرض وتأكدت صحة هذا التفسير تأكدًا راسخًا عندما اكتشف **برادلي** ظاهرة التشوه سنة 1725.

وهذا يرينا أن المكان والزمان ليسا مستقلين تماما عن بعضهما، كما تصور **كانت**، وآخرون غيره، بل على العكس؟ لابد أن هناك علاقة وثيقة بينهما.

وحدة المكان - الزمان:

كانـت نظرية النسـبية هي التي كشـفت عـن طبيعة هـذه العلاقة، ففيما سبق افترض **نيوتن** أن كل الأشياء يمكن أن توضع في المكان المطلق الذي اقترحـه، وأن كل الأحـداث حيث تقع يمكن أن يحـدد لها موضع بطريقة موضوعية خاصة على تيار الزمن المطلق دائم التدفق، كانت هذه المسلمات كافيـة لتلاءم مع غرضه، ومع المعرفة العلمية للقرن السـابع عشر، ولكن الأبحاث التي تلت ذلك بينت أنها لا تكفي لتفسير انتقال الضوء وسلوك الأشـياء التي تتحـرك بسرعة كبيرة تسـمح بمقارنتها بسرعـة الضوء، ثم أتـت النظرية الفيزيائية للنسـبية لتقترح، وإن كان ذلك بـدون دليل مقنع حاسم، أن المكان الفيزيائي والزمان الفيزيائي ليس لها وجودان منفصلان ومسـتقلان، بل يبـدو أنها أقـرب إلى تجريدين أو اختياريـن من شيء أكثر تعقيدًا، هو مدمج المكان والزمان الذي يتضمنها معًا.

من الطبيعي دائمًا أن تأخذ أي شـيئين من طبيعة متشـابهة، وأن ندمجها معًـا في وحـدة منفردة تتضمن كليهما، وقبل مجيء نظرية النسـبية لم يتخيل أحد أن المكان والزمان متماثلان في طبيعتها بما يكفي لإضفاء أهمية خاصة عـلى ناتج إدماجهـا، ولكن ثبت أن مثـل هذا الإدماج لـه أهمية مذهلة في تفهم الفيزياء.

يمكـن اعتبار أي مـكان من النوع المألوف ثلاثـي الأبعاد وكأنه معلق عـلى هيـكل ذي ثلاثـة خطوط متعامـدة، وهـذه الخطوط تشـير إلى ثلاثة اتجاهـات متعامدة في المكان مثل: الشرق - الغرب، والشـمال - الجنوب، وفوق - تحت، والشخص الذي يراقب مكانه الإدراكي يعامله عادة بهذه

الطريقـة، وعـالم الرياضيات يعامل مكانـه التصوري بنفـس الطريقة فيما عـدا أنه يسـتبدل الاتجاهات الثلاثـة المتعامدة بتجريـدات ذهنية خالصة، يشـير إليها عـادة بصفر - س، صفر - ص، صفـر -ع، فلنتصور الآن أن المكان الإدراكي قد قطع على هيئة طبقات أفقية رقيقة رقة لا نهائية، كما لو كانت قطعة من اللحم البقري وقد قطعها أحد الطهاة الماهرين إلى شرائح رقيقة رقة لا نهائية، إن كل شريحة مفردة في حد ذاتها تشـكل مستوى أفقيًا فقط، له امتداد في اتجاهي: الشرق - الغرب، والشـمال - الجنوب، وليس لـه امتـداد في اتجاه فـوق - تحت، فإذا تصورنـا أن تلك الشرائـح المتعددة قـد رتبت الواحدة فوق الأخرى في مواضعها الأصلية، ثم لحمت سـويًا، فسـنكون قد استعدنا المكان الأصلي ثلاثي الأبعاد، وعندمـا أجرينا هذه العمليـة الأخـيرة، لحمنا الـرأسي على الأفقـي فحصلنا عـلى شيء يختلف عنها، هو المكان ثلاثي الأبعاد.

التصور الآن أنا اسـتبدلنا الشرائـح ثنائية الأبعـاد بالأماكن الإدراكية الحسـية ثلاثيـة الأبعـاد لأحد الأشـخاص (1) عنـد لحظـات متعاقبة من خبرتـه، فلنأخـذ كل هذه الأماكـن الإدراكيـة ولنرتبها بجـوار بعضها في نظام، وحيث إن هذه الأماكن متجاورة وليسـت متداخلة، فلابد أولا أن نتخيلهـا جميعا وقد رتبت في مـكان راعى الأبعاد، وإذا تصورنا أنها مدمجة معًا، فسوف تشكل منصة يمكن وصفه بأنه وحدة المكان - الزمان بالنسبة للفـرد أ. وهي مكان تصوري من أربعة أبعـاد، ولأنه مركب من الأماكن الإدراكية الحسية ثلاثية الأبعاد للشخص المفرد ا، فمن المناسب اعتبار أنه ذاتي وخاص بهذا الشخص.

ويمكننا أن نبتكر وحدة مكان - زمان ثانية من الأماكن الإدراكية الحسية الشخص آخر (ب) والتي نتوقع أنها ذاتية وخاصة بالشخص ب، ولكن نظرية النسبية بينت أن وحدتي المكان - الزمان اللتين ركبناهما بهذه الطريقة منطبقتان، أي أنها نفس الشيء بالنسبة ل ا وب أو أي شخص آخر يدرك حسيًا مثل ج أو د أو هـ..، بمعنى أن وحدة المكان - الزمان التي نركبها من أماكن إدراكية خاصة لأي شخص مفرد قد ثبت أنها عامة، أي موضوعية، فالمكان والزمان منفصلين يعتبران خاصين ولكن عند اندماجها فالناتج عام وموضوعي.

وكما أنه ليس في إمكاننا أن نتكلم عن اليمين والشمال في المكان المألوف، لأن اليمين والشمال لا ينتميان للمكان بل لشخص في المكان، وتقسيم المكان إلى يمين وشمال لا معنى له إلا بالنسبة لشخص معين، فبنفس الطريقة لا يمكننا أن نتكلم عن المكان أو الزمان في وحدة المكان - الزمان، لأن المكان والزمان منفصلين لا ينتميان لوحدة المكان - الزمان، بل لأحد الأشخاص فيها، ولتحديد المكان أو الزمان الخاصين بأحد الأشخاص فإننا نكون في حاجة إلى المشاهدات التي يقوم بها بنفسه أو مستعينا بمعمل مجهز بآلات التصوير ومختلف أجهزة القياس التي تفي بالغرض.

إن المشاهدين اللذين يظلان متقاربين سيكون لها نفس المكان الإدراكي، أما إذا كانا يتحركان بسرعتين مختلفتين، أي يغيران مواضعهما النسبية، فسوف يكون لها مكانان إدراكيان مختلفان، ونظرية النسبية أوضحت أن تلك الأماكن الإدراكية المختلفة يمكن الحصول عليها

إذا أخذنـا مقاطـع عرضيـة في اتجاهات مختلفة من وحدة المـكان - الزمان أو بعبـارة أخـرى: **كل مدرك يقسـم وحدة المكان الزمـان العامة إلى مكان وزمان بطريقته الخاصة وطريقة التقسيم تعتمد على سرعة حركته.**

ولتقريـب ذلـك من أذهاننـا، يمكننا أن نسـتعمل تشـبيهًا وإن لم يكن دقيقًـا تمامًـا، فنحن نعلم أن الكـرة لها أي عدد من الأقطار المختلفة تشـير إلى اتجاهات مختلفة، وليس من الدقة أن نقول إن أحد هذه الأقطار بلذات هـو ارتفاع الكرة، فـكل قطر يمكن أن يعتبر ارتفاعًا للكرة إذا أدرنا الكرة بطريقة معينة بحيث يشـير هـذا القطر إلى أعلى، ومادامـت الكرة ليس لها علاقـة بـأي شيء آخـر فإن الحديـث عن الارتفـاع والسـمك والطول لا معنى له، وبنفس الأسـلوب يكون الزمان والمـكان بلا معنى إذا طبقناهما عـلى المتصـل رباعي الأبعاد مجـردًا، ولكن كما يحدث عندمـا توضع الكرة عـلى أرضيـة أفقية فيصبح قطـرًا معينًا هو الارتفـاع، فكذلك عندما تضع أحـد العلـماء أو المشـاهدين داخل المتصـل رباعي الأبعاد لكـي يقيس أو يستكشـف فيـه، فإنه يتعرف فـورًا على أحـد الاتجاهات على أنـه الزمان، وهذا الاتجاه يعتمد على السرعة التي يتحرك بها المشاهد.

والمشـكلة التي تواجهنا الآن هي إيجاد طريقة لتقسـيم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين، بحيث لا يعتمد التقسيم على الظروف الخاصة للشخص الذي يدركها، فإن أمكن إيجاد هذه الطريقة، سوف نجد أن المكان والزمان اللذين نحصل عليها هما نفس المكان والزمان المطلقين الذيـن عرفها **نيوتن**، أما إذا لم نسـتطع العثور على مثل هـذه الطريقة، فإن هذا لا ينفي إمكانيـة وجودها ولا إمكانية وجود المكان والزمان المطلقين

فلعلها بكل بساطة لم يكشفا عن نفسها، ويبدو أنه من المستبعد اكتشاف مثل هذه الطريقة إطلاقًا، فما دمنا نتناول بالبحث الفيزياء المألوفة - أي فيزياء المقاييس الإنسانية، فنحن نعرف أن النسق الذي تسير عليه الأحداث بنصف بما يقرب من درجة الكمال، ولهذا فلابد من وصفه على ضوء وحدة المكان - الزمان ككل، وليس على ضوء أبعادها المنفصلة لأنها لا تحقق الموضوعية الكاملة.

وبرغم أن الفيزياء التي تناول مستوى المقاييس البشرية تعجز عن الفصل بين المكان والزمان، فإن الفيزياء الذرية أو الفلك - أي الفيزياء على مستوى المجرات - قد يقومان بدور آخر، وربما يساعدنا ضرب الأمثلة على شرح ذلك.

فلنتخيل جنسًا من أسماك البحار العميقة، يعيش في أعماق المحيط بحيث لا ينفذ إليه أي شعاع من ضوء الشمس، هذه الأسماك لها نفس كثافة الماء الذي تعيش فيه، بحيث يسهل عليها أن تسبح إلى أعلى مثلاً تسبح إلى أسفل، ولتخيل أنه ليس لديها أي وسيلة للتمييز بين الاتجاهات، فلو أن هذا الجنس من الكائنات تناول الظواهر الفيزيائية بالدراسة لوجد أن قوانين البصريات والكهربية، والمغنطيسية... إلخ لا تميز بين الاتجاهات المختلفة في المكان، لعل هذه الكائنات تزعم أن الطبيعة تعامل كل الاتجاهات على قدم المساواة، ولأن أفراده لا يملكون أي وسيلة لتمييز الأفق من الرأسي فسيصفون الاتجاهات المختلفة بطريقة ذاتية صرفة، فالحديث عن فوق وتحت لا يشير إلى اتجاهات محددة بالنسبة لمركز الأرض بل بالنسبة لبطونهم وظهورهم، ولن تكون لديهم معرفة

موضوعية عن الشمال والجنوب والشرق والغرب، بل عن اتجاهات ذاتية يصفونها باستعمال كلمات مثل أمام وخلف ويمين وشمال.

في هذا المثل الذي ضربناه، يقوم التشبيه بين جنس الأسماك وعلماء الفيزياء الذين يدرسون الفيزياء في عالم المقاييس الإنسانية، على حين يتشابه المكان ثلاثي الأبعاد الذي تسبح فيه الأسماك مع وحدة المكان - الزمان رباعية الأبعاد التي عرفنا من نظرية النسبية أننا موجودون فيها، ومثلما لم تجد الأسماك أي وسيلة التقسيم مكانها إلى أفقي ورأسي كذلك لم تهيئ لنا طبيعة المقاييس الإنسانية أي وسيلة لتقسيم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين.

والآن فلنفرض أن إحدى السمكات غامرت بالسباحة نحو سطح البحر، إنها لم تعد تدرس الطبيعة بالمقاييس السمكية، بل على مستوى العالم كله، وهي عندما فعلت هذا وجدت مدى كاملاً من الظواهر الجديدة، من بينها أن هناك سطح موضوعيًا قد هيأته الطبيعة، يحدد لها فورًا الاتجاهات الأفقية والرأسية في المكان بطريقة موضوعية تامة.

أما نحن فعندما ننتقل من فيزياء المقاييس الإنسانية إلى الفيزياء الفلكية، فهناك احتمال بأن نمر بتجارب شبيهة بالتي مرت بها السمكة المغامرة، فالفرضية العلمية التي ترى أنه لا وجود للمكان والزمان المطلقين قد تشيع النظام في فيزياء المقاييس الإنسانية، ولكنها فيما يبدو تبعث الفوضى في علم الفلك، وعلى ذلك فقد لا تكون الفرضية على صواب، لقد رأى نيوتن أن الكتل الشاسعة التي تحتل أبعد أجزاء الكون قد تصلح كهيكل يمكننا من قياس السكون والحركة المطلقين، ولعلنا نحتاج إلى ما يشبه هذا

إذا أردنا أن نعطي معنى للنسق الذي تجرى عليه الأحداث، كما كشف عنه مؤخرًا علم فلك المعجزات، إن علم الفلك الحديث مطالب بإيجاد طريقة لتحديد الزمان المطلق، وعندها سوف نطلق عليه اسم الزمان الكوني، وعلى ذلك تنقسم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين بواسطة الطبيعة نفسها، وبغير ذلك يظل كافة المشاهدين كما هم ؛ كل منهم بقسم وحدة المكان - الزمان إلى مكانه الإدراكي الخاص وزمانه الإدراكي الخاص.

نظرية النسبية:

تلك الملاحظات التي مررنا بها تجسم الخلاصة الرئيسية لنظرية النسبية المحدودة أو الفيزيائية، التي وضعها **ألبرت أينشتاين** سنة 1905، ولابد أن نتذكر دائمًا أن هذه النظرية استنتاج ما نشاهده في نسق الأحداث، وهذا النسق لا يمكن أن نعبر عنه إلا بلغة رياضية، لذلك لا يمكن التعبير عن نظرية النسبية بدورها إلا بلغة الرياضيات، فهي تتناول مقاييس الأشياء لا الأشياء نفسها، ولهذا السبب لن نعرف منها أي شيء عن طبيعة المكان أو الزمان.

ومع ذلك، فهي تبين أن المقاييس الرياضية للمكان والزمان متشابكة ومندمجة، ولهذا قد يكون من المقبول أن نفترض أن المكان والزمان نفسيهما لها نفس الطبيعة، أي أنها مندمجان، والتمييز بين المكان والزمان كشكلين للإدراك الحسي للخبرة الخارجية والداخلية وهو رأى اشترك فيه مع **كانت**، عدد كبير من الفلاسفة لم يعد مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الفيزيائيين، وإن كان مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الإدراكيين.

إن وحدة المكان - الزمان التي عرفناها عن طريق نظرية النسبية تظهر بوضوح في أفكار الفيلسوف صمويل ألكسندر (1859 - 1938) فيلسوف بريطاني، أسترالي المولد. فهو يفترض أنها الحقيقة الأولية التي نشأت منها كل الأشياء، ويرى أن المكان - الزمان الخالصين هما أكثر الأشياء بساطة وبدائية في العالم، ومنها انبثقت أنواع مختلفة من المادة، ثم نرتقي بالتدريج فنجد الحياة ثم الوعي ثم الألوهية، لقد رأى كل مفكري القارة الأوربية الذين ذكرناهم أن المكان والزمان من خلق العقل، أما ألكسندر فقد رأى أن العقل من خلق المكان والزمان.

تمثلات في المكان والزمان:

في النهاية، بقي أن نلاحظ أن العلم وشتى الفلسفات المادية ظلوا على مدى القرون يفترضون أن كل الأشياء والأحداث، بل والكون بأكمله يمكن ترتيبهم في المكان والزمان، ولكن العلم المعاصر وجد أن مثل هذا الترتيب غير ملائم، إن اشعاعات الضوء وموجات الصوت وغيرها من الرسل الذين يحملون إلينا أخبارًا عن أحداث العالم الخارجي يمكن أن نعتبر أنهم ينتقلون في المكان والزمان، ومثل هذا المثل متسق مع ذاته، وله معنى، ويعطينا تعليقًا منطقيًا عن ادراكاتنا الحسية، ولكننا سوف نرى «فيما بعد أننا لسنا أحرارًا في تصوير الأحداث التي تبعث بهؤلاء الرسل على أنها تقع في المكان والزمان» فمثل هذا التفسير لا معنى له ولا يؤدي إلى نظرة منطقية للكون، وسوف نجد في الحقيقة ما يمنع المثل في المكان والزمان، وعلى هذا فالمكان والزمان لا يمكن أن يحتوي على الحقيقة بأكملها، بل على رسل الحقيقة إلى حواسنا فحسب.

أشكال الإدراك والفهم عند (كانت)

إلى جانب شكلي الإدراك الحسي - المكان والزمان وقد تحدثنا عنها، تتضمن «الغرابيل الذهنية» كما رآها **كانت**، اثنتي عشرة مقولة، أو شكلاً للفهم، ولن نحتاج للإسهاب في تناول هذه المقولات، فهناك مقولة واحدة يهتم بها العلم هي مقولة السببية ، على حين أن بقية المقولات تهم المنطق، رأى **كانت**، أن عقولنا قد جهزت بحيث نرى تتابع الأحداث على ضوء علاقة السبب بالنتيجة.

والمقولات تظهر بأسلوب يختلف عنها لدى الفلاسفة الآخرين، فهي عند **أرسطو** أشكال لتركيب العالم لا العقل، أما هيجل فقد اعتبرها أشكالاً للفكر في العقل المطلق، ثم عاد **ألكسندر** إلى المفهوم الأرسطي فاعتبر المقولات أشكالاً للعالم ذاته.

فإذا كانت العقول التي وضعت كل استنتاجات الفلسفة تعمل بأسلوب واحد، أسلوب تأمل الإدراكات الحسية لنفس العالم، ومادام هناك نمط واحد من العقول وعالم واحد تتأمله هذه العقول، فليس أمامنا وسيلة نقرر بها إن كانت أشكال الإدراك والفهم لدى **كانت**، تنتج من تركيب العالم أو من تركيب العقل الذي يدرك العالم.

ولكننا رأينا كيف قدمنا العلم الحديث مؤخرًا إلى عالمين جديدين وكيف أن عالم العلم الحديث يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أقسام متميزة للغاية: ففي المركز عالم المقاييس الإنسانية، وعلى أحد جانبيه العالم الدقيق للفيزياء الذرية، وعلى الجانب الآخر عالم الفلك الشاسع وفي الأقسام الثلاثة تسود نفس قوانين الطبيعة، ولكن جوانب مختلفة منها هي التي

تتخـذ الصـدارة في كل عالم، حتى نكاد نسـتثني الجوانـب الأخرى تمامًا، إلى درجة أننا قد نعامل الأقسام الثلاثة على أنها عوالم ثلاثة مختلفة، تسري فيها مجموعـات مختلفة من القوانين، ومع ذلـك فمازالت العقول البشرية التي تدرسـها هي نفسـها في كل حالـة، وعليها أن تتقدم لدراسـتها كلها بنفس التفكير.

هـذان العالمان الجديـدان قدما إلينـا أداة تختبر بها المعرفـة القبلية، فإذا كانـت تمثل خاصيـة فطرية في العقـل، فلابد أن نجـد تأكيداتها صادقة في كل العوالم، ولكن ثبت أن معظمها يصدق فقط في العالم الذي نستطيع أن نراه وندرسـه بدون اسـتعمال الأجهزة العلمية، لهذا استنتجنا أن مثل هذه المعرفة لم تفطر في العقل الإنساني بل ترسبت في عقولنا من أثر خبرات عالم المقاييس الإنسانية، ولو أننا من سكان عالم الالكترونيات أو عالم المجرات فلعل الخبرة كانت تترك أثرًا مختلفًا في عقولنا، وعندها ربما يصف أصحاب النزعة العقلية المعرفة الجديدة بأنها قبلية.

يمكننـا أن نختبر نظرية المعرفة عند **كانت**، بطريقة مشـابهة، فأشـكال الإدراك والفهـم التـي لهـا صلـة بالعلـم - وبالتحديـد السـببية وإمكانية المثـل في المـكان والزمـان - تسـود في عالم المقاييـس الإنسـانية، وليس في عـالم الفيزيـاء الذريـة ذي المقاييس الدقيقة والـذي لا نعرفه إلا من خلال الأجهزة العلمية، فلو كانت أشكال الإدراك والفهم مساهمات من العقل الإنسـاني في الطبيعـة، لكان من الضروري أن تطبـق في العوالم الثلاثة على قـدم المسـاواة ولكنهـا لا تطبق عـلى العوالم الثلاثة، فنسـتنتج أنها ليسـت وسـائل فطرية للتفكير الإنسـاني، بل هي مغروسـة في عقولنا، أنها ليست

قوانـين نفرضها عـلى الطبيعة بل هي قوانـين أرغمتنا الطبيعـة على تقبلها لأن معرفتنـا عـن العالم محـدودة، فنحن نظـن أن كل شيء يمكن ترتيبه في المكان والزمان لأن العالم الذي ندركه بحواسنا المجردة يبدو وكأنه يسمح بالترتيب في المكان والزمان، وليس سـبب ذلك أن الأشياء مرتبة على هذا النحـو، بـل لأن ارسـالها إلى أعضاء حسـنا تنتقل خلال المـكان والزمان، وبنفس الكيفية نحب أن علاقة السـبب بالنتيجة تسري على كل الأشـياء، لأن ظواهر عالم المقاييس الإنسانية تبدو متفقة مع قوانين السببية، وتفسير ذلـك هـو أن الظواهر تخضع لقوانين إحصائية تترك في أعضاء حسـنا غير الدقيقة انطباعا عن السببية، إن خبراتنا عن عالمنا الإنساني تخلق في عقولنا عادات للتفكير تتقبل السبية والمتمثل في المكان والزمان بدون جدال، ولا يمكننا أن نتخيل غير ذلك لأننا لم نمارس غير ذلك.

إذا كان هـذا صحيحًا، فلن تكون أشـكال الإدراك والفهم «**الكانتية**» غمامـات تقيد معرفتنا عن العالم الخارجي بل سـتعتبر عدسـات تركز هذه المعرفة، وهذه المعرفة المركزة سـتتعلق بعالم المقاييس الإنسـانية فحسـب، لأنهـا خـبرة تبلـورت مـن هـذا العـالم وحـده والذيـن يسـكنون في عـالم الـذرات والإلكترونـات لديهم خبرات مختلفة، ولو كان لديهم فيلسـوف مثـل «**كانـت**» وله تركيب ذهنـي مماثل تمامًا لفيلسـوفنا، فربـما كان يخرج بمقـولات أخرى وأشـكال أخرى للحـدس ومن الصـواب أن نذكر أن كل ما اسـتبقته الفلسـفة الحديثة من نظرية **كانت** حول هذا الموضوع، هو أن أشـكالاً معينة للتفكير، فطرية، أو مكتسـبة، تتسبب في أن تختار عقولنا بتركيبتها الخاصة شـيئًا معينًا بدلاً من غيره، إن عقولنا تسـاهم في الطبيعة

التي تدرسها، وهو رأي يرجع بالصدفة إلى الفيلسوف نقولاس الكوزاني والقرن الخامس عشر.

وحتى هذا القدر الذي تبقي من النظرية يعني القليل، مالم نسلم بإمكانية قيام معرفة قبلية عن الكون الخارجي، لقد وضع **كانت**، نظريته بأكملها بغرض أن يزيل الصعوبات التي واجهت المعرفة القبلية أما إذا تجاهلنا المعرفة القبلية، فلن تحتاج إلى هذه النظرية.

وفي الوقت نفسه **كانت** المعرفة القبلية في حد ذاتها تركيبًا صمم بغرض تأكيد الميتافيزيقا في مهمتها الخاصة بترسيخ مبادئ اللاهوت، فلم يكن **ديكارت** أو **كانت**، معنيين بأن يكون مجموع زوايا المثلث 180، سواء أثبتوا ذلك داخل عقولهم، أو قاسوها بواسطة أجهزتهم أو رأوها بالضوء الواضح للعقل، لقد كان اهتمامها الأساسي يتعلق بالمبدأ: وهو أن يتمكنوا من الادعاء بأن لديهم معرفة لا يمكن تحديها، لأنها لم تصل إليهم عن طريق المداخل الخداعة للحواس، والمعرفة التي أرادوا أن يدعوها لم تكن معرفة عن المثلثات، بل عن الله، والحرية، والخلود، لقد أرادوا أن يقولوا على سبيل المثال – إن الإرادة حرة لأنهم رأوها كذلك بالرؤية الواضحة لعقولهم.

بانقضاء تلك المرحلة من الفلسفة، فقدت المعرفة القبلية أهميتها، وبخلاف المعرفة الرياضية، لم يعد يؤيدها سوى عدد قليل من الفلاسفة، ومع ذلك فما كادت مكانة المعرفة القبلية في الفلسفة تهتز حتى أجريت محاولة لبعثها في الفيزياء.

فلسفة أدينجتون في العلوم الفيزيائية

رأينـا كيـف رأى **كانـت**، ضرورة إنشـاء (علـم خاص عـن الطبيعة) اعتـمادًا عـلى المعرفـة القبلية المفطـورة في عقولنـا وحدها، وهـو ما وصل إلى درجـة الزعم بـأن العالم لا يمكن إلا أن يكون من نـوع واحد، أو على الأصـح لا يمكنـه أن يبـدو لنا إلا بطريقـة واحدة مادامـت عقولنا مركبة بطريقة معينة، وعلى هذا فما كان للخالق أن يجعل العالم يبدو لنا مختلفا عما هو عليه.

ويرى سـير **آرثر أدينجتـون** Sir Arthur Eddington بدوره أنه علينا أن نتمكـن من إنشـاء مـا قد نصفه بأنه علـم خالص عن الطبيعـة، اعتمادًا عـلى المعرفـة القبلية، ولكنـه يرى أن هـذه المعرفة القبلية تنتمـي إلى **نظرية المعرفـة** Epistemology، وأنهـا ليسـت فطريـة، أو بعبارة أخـرى أننا لو توصلنا إلى اسـتنتاجات حول العالم الفيزيائي تختلف عما توصل إليه علماء الفيزيـاء بالفعـل بعـد قرون مـن المعاناة في المعامل فسـوف نجـد في ذلك عـدم اتفـاق منطقي، وهـذا الرأي ينطبق عـلى القوانين العامـة للطبيعة لا عـلى موضوعاتها الفردية، كما أن **أدينجتـون** عندما يتكلم عن الطبيعة فهو لا يقصـد طبيعة موضوعية خارجنا، بل يقصـد الطبيعة كما تبدو لنا وهذا الرأي عامة سنفهمه جيدًا إذا ضربنا لذلك مثالاً خاصًا.

رأينا فيما سبق أنه لو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية، لكان من السهل من حيث المبدأ أن نجعل كل الساعات في الكون متزامنة، وسيكون ذلك بنفـس السـهولة التي نضبط بها سـاعات أيدينا على سـاعة الجامعة، وربما احتجنـا في ذلك إلى التليسـكوب، ولكن الضـوء لا ينتقل بسرعة لا نهائية

لذلك لن نتمكن من جعل الساعات البعيدة متزامنة بهذه الطريقة، ولابد أن يدخل في حسابنا الزمن الذي يستغرقه الضوء لينتقل من إحدى الساعات إلى الأخرى، بل إن نظرية النسبية بينت لنا أن جعل الساعات البعيدة متزامنة - حتى إن أمكن على الإطلاق - يحتاج إلى أسلوب أكثر تعقيدًا من مجرد النظر إلى الساعات البعيدة من خلال التليسكوب.

وعلى مدى السنوات من 1887 - 1905 أجرى عدد هائل من التجارب لأغراض أخرى وربما **كانت** أي تجربة منها قد دلتنا على مثل هذا الأسلوب، ولكن هذا لم يحدث، والمتفق عليه عامة الآن أن جعل الساعات البعيدة متزامنة أمر مستحيل، ليس بالمعنى الذي يجعل من المستحيل علينا أن نجعل طائرة تنطلق بسرعة 10,000 ميل في الساعة، أي لأن مهارتنا الفنية لم تتقدم بعد بما فيه الكفاية - ولكن بالمعنى الذي نقصده عندما نقول إنه من المستحيل أن نرسل طائرة إلى القمر - لأنه كما بينت المشاهدة، فالطبيعة لم تهيء الوسط الذي تحلق فيه الطائرة من الأرض إلى القمر، وبرغم أننا نعبر عن النتيجة الأساسية للنظرية الفيزيائية للنسبية بقولنا إنه من المستحيل أن نحدد سرعة مطلقة في الفضاء، فإنه يمكن تقريبًا بنفس الدرجة من الصحة أن يعبر عنها بأنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة.

هذا الاستنتاج توصلنا إليه من خلال عدد هائل من التجارب العلمية التي عممناها، ولكن دعنا نتخيل أن هناك جنسًا من الكائنات التي تعرف بدون الحاجة إلى التجارب العلمية أنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة، وتجنبًا للتكرار الممل فلنطلق عليهم

اللاتزامنيين، ولن يخطـر ببال هذه الكائنات أن تجرى مثل تلك المجموعة الكاملة من التجارب المذكورة، لأن اعتقاداتها الداخلية، ستدلها على تلك الاستنتاجات بدونها، ولو كان لديهم من يماثل فيلسوفنا (**كانت**) لوصف ذلك بالمعرفة القبلية، أما إن كان لديهم من يماثل **ديكارت** لكان أوضح أن تلك المعرفة لاستقلالها عن كل خبرة على درجة من اليقين أسمي مما نشتقه من خلال عدد محدود من التجارب، لأن أي تعميم من هذه التجارب قد تعارضه تجارب أخرى.

نعود إلى **أدينجتون**، فنجده يزعم - باختصار - أنا أنفسنا لاتزامنيون، وأن لدينا في عقولنا معرفة عن استحالة جعل الساعات البعيدة متزامنة، بل إنه يصف هذه المعرفة مثل (**كانت**) على أنها قبلية - فهي «معرفة لدينا عن الكون الفيزيائي سابقة على مشاهدته الفعلية» ومثل **ديكارت** يزعم أن لها درجة من اليقين أعلى مما يمكن اكتسـابه من خلال التجربة - «التعميمات التـي يمكن التوصل إليها من خلال نظريـة المعرفة epistemologically يمكـن الركـون إليهـا على عكـس التعميمات التـي توصلنا إليهـا تجريبيًا، وهـذه المعرفة القبلية أو الإبسـتمولوجية، لا تقتصر على عدم التزامن، فما هـو إلا مثـل هين، إن **أدينجتـون** يماثل «**كانت**»، في إيمانه بـأن «كل قوانين الطبيعة التي تصنف عادة على أنها أساسية، يمكن التنبؤ بها كلية من خلال اعتبـارات أبيسـتمولوجية» بـل إنـه «ليس فقـط قوانين الطبيعـة بل أيضا ثوابت الطبيعة يمكن استنتاجها من خلال اعتبارات أبيستمولوجية حتى أننـا يمكن أن نمتلك عنها معرفـة قبلية»، ونتيجة ذلك أن «العقل الذي لم يألف كوننا، والذي اعتاد على نظام التفكير الذي يفسر به العقل الإنساني

لنفســه محتوى خبرته الحسـية، لابد أنه قادر على اكتســاب كل المعرفة عن الفيزيـاء التي اكتسـبناها مـن خلال التجربـة وهو لن يسـتنتج الأحداث والموضوعات الخاصة بتجاربنا، ولكنه يسـتنتج التعميمات التي أسسـناها عليها».

وهكـذا يـرى **أدينجتـون** أن هـذا النوع الأسـاسي من المعرفـة ينتج من تركيـب عقولنـا، التـي أصبحـت مؤهلـة مـن جديد لكـي نعتبرهـا مانحة القوانـين الطبيعة بالمعنى **الكانتـي**، وعلى هذا فلا داعي أبدا لبناء المعامل إلا لدراسة التفاصيل، وربما كان من الأفضل أن نفتش في عقولنا، حيث توجد نتائج كل التجارب الأساسـية في الفيزياء، ومعها قيم الثوابت الأساسية في الفيزيـاء، ثم يذكرنا أديتجون بأن: كل ما يفسر أبسـتمولوجيا يكون لنفس السـبب ذاتيـة، ولا مجـال لاعتباره جـزءًا من العـالم الموضوعـي، فالفيزياء الأساسـية تحدثنا عن عقولنا الذاتيـة ولكنها لا تتحدث عن العالم الخارجي ؛ ويـضرب **أدينجتون** مثالا لذلك فيقول: (عندما بلغ العلم أقصى درجات التقـدم، لم يسـترجع العقل من الطبيعة إلا ما وضعـه العقل في الطبيعة، لقد اكتشفنا آثار أقدام غريبة على شاطئ المجهول، فوضعنا النظريات العويصة الواحدة تلو الأخرى التفسير منشئها، وفي النهاية نجحنا في معرفة المخلوق الذي صنع آثار الأقدام وياللعجب إنها آثارنا نحن.

إن زعـم **أدينجتـون** بـأن القوانين الأساسـية للفيزياء يمكـن التنبؤ بها أبسـتمولوجيا، ربـما كان أكثر إقناعًا لو أنه برهن بنفسـه حتى على أبسـط القوانين أبسـتمولوجيا، أي لو أمكنه أن يبين أن هناك عدم اتساق منطقي في الاعتقاد بأن القوانين تختلف عما هي عليه، وهذا ما لم يفعله أبدًا.

ويبدو أنه من غير المحتمل أن يفعل ذلك على الإطلاق، لأن الحديث عن البرهنة على أي حقيقة علمية أبستمولوجيا يتضمن تناقضًا في المصطلحات، فالأبستمولوجيا لديها في جعبتها سلاح واحد هو المنطق الخالص، وقبل أن يطبق على أي حقيقة علمية لابد من تحديد الموضوعات العلمية التي تنص عليها الحقيقة، ولا يمكننا هذا إلا بالرجوع إلى معرفة سبق أن اكتسبناها بالتجربة، وبهذا فنحن نتجاوز حدود مملكة المعرفة القبلية، ونكف عن اعتبار المناقشة أبستمولوجية خالصة.

ولنشرح ذلك بمثال ملموس، فإن **أدينجتون** يعتقد أنه في الإمكان أن نبرهن أبيستمولوجيا على أن كتلة البروتون أكبر من الالكترون 1847 مرة، ولكن عليه أن يحرص في الوقت نفسه على تجنب إثبات أن كتلة التفاحة أكبر من البرتقالة 1847 مرة، والا فسنشك في الحجج التي يسوقها، ويمكنه أن يتجاوز هذا المطب بتعريف الالكترونات والبروتونات بطريقة توضح أنها ليست تفاحًا وبرتقالاً، ولكنه يهمل ذلك، والنتيجة أنه مادام برهانه على النسبة 1847 - يعتمد على الأبستمولوجيا، فسوف ينطبق أيضًا على التفاح والبرتقال.

قد يجد **أدينجتون** ما يبرر له تسليمه بأننا نعرف ما يعنيه بالالكترونات والبروتونات، ولكن ماذا لو زارنا مخلوق ذكي من كون آخر؟ إنه سيكون مثل المستمع الذي قال إن المحاضر قد شرح جيدًا كيف اكتشف الفلكيون أحجام ودرجات حرارة وكتل النجوم، ولكنه نسي أن يشرح كيف اكتشفوا أسماءها، وهو لن يعرف الفرق بين التفاحة والالكترون حتى ندله عليه، ولكي ندله عليه، يجب أن نجعله معتادًا على قدر كبير

من المعرفة المعملية، وعندها سيكون على الأبستمولوجيا (نظرية المعرفة) أن تتنحى، وإذا كان الزائر معتادًا على نظامنا الفكري، فهل يشمل هذا النظام معرفتنا بأن العالم يتكون من جسيمات أساسية متشابهة من نوعين فقط؟ إن هذه الفرضية العلمية المستبعد تمامًا أن تعتبرها متأصلة في أدواتنا الذهنية، لم تدخل العلم إلا منذ بضع سنوات ماضية، وبالصدفة غادرته على عجل بعد بضع سنوات.

من الضروري أن نقيم جسرًا يصل بين تجريدات الأبستمولوجيا (نظرية المعرفة) ووقائع الظواهر التي نشاهدها، فبدون ذلك تبقى الأبستمولوجيا معلقة في الهواء لا تستطيع أن تعرف عن أي شيء تتحدث، لقد قام **كانت**، بهذا عندما أدخل معرفته «القبلية التركيبية»، ويقوم **أدينجتون** بنفس المهمة عندما يتخلى عن زعمه بأن معرفته القبلية تعتبر معرفة نملكها عن الكون الفيزيائي وسابقة على مشاهدتنا الفعلية له فهو بدلا من ذلك يقول: في إجابتنا على التساؤل حول إمكان اعتبارها مستقلة تمامًا عن الخبرة القائمة على المشاهدة، يجب فيما أعتقد أن نقول: لا «ولكن هذا الإقرار - يضعف موقفه جدا، فقوانينه الطبيعية لم تعد تنبئنا بما يقوم «بأكمله على اعتبارات أبستمولوجية» بل يقوم فقط على خليط من تلك الاعتبارات ومن المشاهدة وبنسب لا نعرفها ولا يمكن أن نعرفها، وهذا معناه ببساطة المشاهدة بالاشتراك مع الاستنتاج السليم، ومن المؤكد أن هذه هي الخطوات المألوفة لكل العلوم، وقوانين **أدينجتون** التي لم يعد التوصل إليها قائمة على الأبستمولوجيا الخالصة، عليها أن تتخلى عن ادعائها بالذاتية الخالصة وادعائها أيضا. بثقة لا تتوفر في تلك القوانين

التي لا يتوصل إليها إلا بالتجربة،، أنها تصبح قوانين علمية عادية، تكتسب بالطريقة العلمية المعتادة، والسؤال الوحيد هو هل الرياضيات صحيحة أو خاطئة؟

هناك حالة بسيطة تسهل لنا اختبار ذلك هي السرعة النهائية للضوء، لقد أدخلنا فلسفة **أدينجتون** مثلا أدخلها هو نفسه بأن أخذنا في الاعتبار استحالة تزامن الساعات البعيدة، والسبب في استحالة مثل ذلك التزامن هو أن الضوء لا ينتقل من مكان لآخر في نفس الوقت، والذين يؤمنون بإمكانية أن نثبت كل القوانين الأساسية في الطبيعة من خلال اعتبارات أبستمولوجية عليهم أن يجدوا ما يثبتوا به من خلال هذا الأسلوب أن سرعة الضوء نهائية - أي أن عليهم أن يتمكنوا من الإشارة إلى عدم الاتساق المنطقي الذي تتضمنه فكرة انتقال الضوء بسرعة لا نهائية، ولكن **أدينجتون** ببساطة يطرح السؤال جانبًا عندما يقول إنه من السخف أن نفكر في سرعة الضوء على أنها لا نهائية مثلاً يكون من السخف أن نفكر فيها على أنها سداسية أو زرقاء أو ديكتاتورية.

ما دمنا ننظر إلى المسألة من وجهة النظر الأبستمولوجية متناسين كل ما علمتنا إياه الخبرة عن المكان والزمان والانتشار فمن الصعب أن نجد أي سخف في فكرة الانتشار في نفس الوقت، لقد كتب الأستاذ **أ. وولف** A. Wolf يقول إنه: «حتى القرن السابع عشر ظلت سرعة الضوء تعتبر لا نهائية، ويبدو أن **كيبلر** وربما **ديكارت** أيضًا تمسكًا بهذا الرأي، فقد اعتقد **ديكارت** أن الضوء ليس مادة متحركة ولا حركة على الإطلاق بل ميلاً للحركة أو دفعًا يبذله الجسم المضيء» «افترض أن الدفع وهو ليس جسيمًا،

لا يحتاج إلى زمن لانتشـاره» وبنفس الطريقة مازال غالبية الناس يفكرون في دفع قضيب الحديد كمثال على الانتشـار الذي لا يستغرق وقتًا. وسلم **نيوتـن** ومعاصروه بأن الجاذبية لا تسـتغرق وقتًا في انتشـارها، واسـتغرق الأمـر قرنًـا تاليًا حتـى بدأ **لابـلاس** يأخذ في اعتبـاره البديـل الآخر وهو السرعة النهائية لانتشار الضوء - لا لأنه بدا في نظره أمرًا محتملاً بالفطرة، بل لأنه أراد أن يطرق كل سـبيل يمكن أن يحل له غموض تعاجل القمر، وعندمـا أخرج **رومر** أول دليل عن السرعة النهائية للضوء، رحبوا به على أنه اكتشاف جديد مثير لا على أنه تأكيد الأمر كان معروفة بطبيعة الأمور، بـل الحقيقة أن عـددًا من معاصري **رومـر** ممن اسـتمروا يؤمنون بالسرعة اللانهائية للضوء ظلوا يرفضون هذا الدليل لفترة من الوقت.

يبدو أن كل هذا يوضح أنه لا شيء سخيف من الناحية الأبستمولوجية في فكرة وجود سرعة لا نهائية للانتشار.

وحتـى إذا أمكـن تقبل أن لدينا معرفـة قبلية، عن أن الضـوء لا ينتقل إلا بسرعـة نهائية، فما زال أمامنا الكثير نحو المسـلمات الأساسـية لنظرية النسـبية التي يزعم **أدينجتون** أنها أيضا معرفة قبلية، فمنذ ستين سنة كان علماء الفيزياء يجمعـون على تصور أن الفضـاء مملوء بأثير تنقل الموجات خلاله بسرعة نهائية تقدر بـ 186,000 ميل في الثانية، وكان هذا يقوم كنظام منسـق بذاته، فهو ذو معنى، يفسر كل الظواهر المعروفة في ذلك الوقت بحيث إنه وفقا للاعتبارات الأبستمولوجية، فقد كان مرغوبة فيه كتفسير ممكن للظواهر.

واضطروا لتركه لمجرد أن التجربة حكمت لغير صالحه، ولو أن نتائج هـذه التجـارب أنت على نحو مخالف ومن السـهل أن نتخيل ذلك، فلعل

هذا النظام كان سيبقى، وهذا في حد ذاته يقدم برهانًا كافيًا على أن القضايا الأبستمولوجية لا تكرهنا بمفردها على ترك هذا النظام، ومن ثم لا يمكن لأيها أن يرغمنا على تقبل النظام المعاكس، أي نظرية النسبية، فإذا كان هذا النظام الأخير مجرد تعميم لنتائج عدد كبير من التجارب، فهناك من حيث المبدأ إمكانية - وإن كانت قليلة الاحتمال، لاكتشاف تجارب أخرى تجبرنا على تركه.

وجهة نظر بديلة:

هناك أسلوب بديل لتناول الموضوع قد يبدو أقرب للصدق مع الحقائق.

في استعارتنا أحد التشبيهات من **بوانكاريه** قارنا فيما سبق تركيب أحد العلوم ببناء منزل، فأحجارنا مجموعة من حقائق المشاهدة، ولمجرد أن الطبيعة منطقية، نجد أن هذه الحقائق يمكن أن تشكل ما يزيد على مجرد كومة عديمة الشكل، أنها تبدو منتظمة بالتأكيد، ومن ثم يمكن تنسيقها بحيث تصنع منزلا له ملامح مميزة مؤكدة.

سيكون في استطاعتنا وصف هذه الملامح المميزة في اصطلاحات مبسطة تحرك استجابة جاهزة في عقولنا، اصطلاحات لأفكار موجودة بالفعل في عقولنا ومألوفة لها، فهي مألوفة لا لأننا اعتدنا على القوانين العامة للفيزياء، بل لأننا معتادون على أمثلة منها خاصة ومحدودة، وحياتنا اليومية تتألف من مثل هذه الأمثلة، فقد نقول مثلا إن المنزل لا تظهر فيه زينة غير ضرورية «**نصل أوكام**» occam's Razor أو تشققات (قوانين بقاء المادة والطاقة)،

وفكرتنا عن الزينة أو التشققات ليست كامنة في عقولنا بل اكتسبناها بالخبرة من بعض جوانب العالم الصغيرة والخاصة جدًا.

والآن فلنعتبر أن تصميم هذا المنزل هو نسق الأحداث الذي تهدف الفيزياء اكتشافه، يجد الفيزيائي بعد الجهد والعَرق في معملهِ أن هذا النسق تظهر له ملامح مشابهة للملامح التي نسبناها إلى منزلنا، ولا شك أن جانبًا كبيرًا «أو كل الحقائق» الأساسية للفيزياء يمكن، وبمجرد أن تكتشف بالتجربة،، أن نوجز في عبارات عامة تبدو في غاية البساطة والقابلية للفهم لأننا معتادون على أمثلة مفصلة لها، وهذه يمكن غالبًا (أو عادة) أن يعبر عنها بالشكل الذي يدعوه أ. ت. **وايتكر** E.T. Whittaker مسلمات العجز Postulates of Impotence وهذه تؤكد على استحالة إنجاز شيء حتى إذا كان يوجد عدد لا نهائي من الطرق التي تحاول بها إنجازه «فمثلاً من المستحيل أن نحصل على شغل ميكانيكي من مادة درجة حرارتها أقل من الأشياء المحيطة بها، وكذلك من المستحيل تمامًا أن نقيس سرعة مطلقة في المكان، وهاتان المسلمتان من مسلمات العجز تحتويان عمليًا على كل مضمون الديناميكا الحرارية والنظرية الفيزيائية للنسبية.

ومن ثم فالأمر كما لاحظ **وايتكر** أنه «بينما يجب أن تستمر الفيزياء في مقدمتها ببناء التجارب، يبدو من الممكن عرض أي فرع منها بلغ درجة عالية من التقدم على أنه مجموعة من الاستنتاجات المنطقية التي نستنتجها من مسلمات العجز، مثلما حدث فعلاً للديناميكا الحرارية، ولهذا قد نتطلع اعتمادًا على الحدس إلى وقت في المستقبل يمكننا فيه إذا رغبنا أن نكتب رسالة في أي فرع من الفيزياء بنفس أسلوب مبادئ الهندسة، **لإقليدس**

Elements of Geometry مبتدئين ببعض المبادئ والقبلية، وبالذات مسلمات العجز، ومنها نشتق كل شيء آخر اعتمادًا على الاستنتاج القياسي».

هذه المبادئ طبعًا لن تعتبر «قبلية» بالمعنى الذي قصده **كانت** «بالسبق على المشاهدة» فهي من عدة نواح تعتبر «بعدية» لأنها الخلاصة المركزة جدًا لعدد هائل من المشاهدات، ولكننا نستطيع أن نتخيل أحد العلماء يفكر في بساطتها إلى أن أصبحت في نظره «لا مفر منها» ولعله يشرع في اعتبارها قوانين للفكر، أو لعلها تصبح في نظره قوانين للفكر.

وهذا كما قد نخمن ما فعله **أدينجتون**، لقد ألغت التجارب في عالم الذرة الطبيعة الصادقة لمقولات الفكر التي افترضها (**كانت**) فقد أوضحت أن السببية والمثل في المكان - الزمان لا يسودان في العالم الذرى، ونفس الشيء يمكن أن يحدث في أي وقت إذا أوضحت تجربة جديدة أن المبادئ والقبلية، التي افترضها **أدينجتون** هي مجرد رواسب ذهنية ترسبت من أثر خبرة فعلية عن العالم، وإلى حد كبير أدى اكتشاف البوزيترونات إلى هذا بالفعل.

منهج العلم

يبدو أن مناقشتنا تعود بنا إلى الخاتمة القديمة وهي أنه إذا رغبنا في اكتشاف الحقيقة عن الطبيعة - أي نسق الأحداث في الكون الذي نسكنه - فالمنهج الوحيد السليم هو أن نخرج إلى العالم وأن نسأل الطبيعة مباشرة وهذا هو المنهج الراسخ الذي جربه العلم فلا جدوى من مسائلة عقولنا

الذاتية، كما أن مسـائلة الطبيعة تدلنا على حقائق عن الطبيعة وحدها، فإن مسائلة عقولنا ستخبرنا حقائق عن عقولنا وحدها.

والاعـتراف العـام بهـذا قـد اقـترب بالفلسـفة كثيـرًا مـن العلـم، وهذا الاقـتراب اقـترن بتغير في النظـرة إلى الأهداف السـليمة للفلسـفة، لقد تابع فلاسـفة العصور القديمة دراسـاتهم على أمل اكتشـاف مصباح ينير طريقهم في رحلتهم خلال هذه الحياة، أما فلاسـفة القرنين السابع عشر والثامن عشر فتابعوا دراسـاتهم في تصميم ثابت على إيجاد دليل على أن هذه المرحلة تنتهي في حياة مقبلة، هذه المسحة الإنسانية استغرقت وقتًا طويلاً لكي تختفي، ومع ذلـك قاربت عـلى ذلك في السـنوات الأخيرة فقـط، لقد أصبحت الفلسـفة أقل اهتمامًا بأنفسـنا وأكثر اهتمامًا بالكون من خارجنا، ومن المتفق عليه الآن في كلام **برترانـد راسـل** أن: والإنسـان في حـد ذاتـه ليس الموضـوع الحقيقي للفلسـفة، فما يهم الفلسـفة هو الكون ككل، والإنسـان يتطلب الاهتمام فقط لأنـه الأداة التي نكتسـب من خلالهـا معرفة عن الكون. ونحـن لا نكون في المزاج المناسـب للفلسـفة مادام اهتمامنا ينصب على العالم من حيث يؤثر على البشر، إن الروح الفلسفية تتطلب اهتمامًا بالعالم من أجل ذاته.

ويبـدو في هـذا مـا يفـترض أن عـلى الفلسـفة أن تمتلك نفـس مناهج وأهـداف العلـم وأيضًا بصورة عامـة نفس مجال عمل العلـم، ومع ذلك فـمازال التمييـز الـذي ذكرنـاه في بدايـة الفصل الحـالي صحيحـة، فالعلم يستعين بالمشاهدة والتجربة، والفلسفة تستعين بالمناقشة والتأمل، ومازال عـلى العلم أن يحاول اكتشـاف نسـق الأحـداث وعلى الفلسـفة أن تحاول تفسيره بعد اكتشافه.

الفصل الثالث

صوت العلم وصوت الفلسفة
من أفلاطون إلى العصر الحديث

رأينا كيف أن معرفة العالم الخارجي لا يمكن أن تأتي إلا من خلال المشاهدة والتجربة، وهما يخبراننا أن العالم يخضع للمنطق، فأحداثه تتابع وفقًا لقوانين محددة، وعلى هذا فهي تكون نسق منظمة، وهدف الفلسفة الأساسي هو اكتشاف هذا النسق، كما رأينا أنه لا يمكن أن نصفه إلا في لغة رياضية.

رأينا كذلك أن الفيزياء لا يمكن أن تمنح الرموز الرياضية لهذا الوصف معانيها الفيزيائية الحقيقية، وإن كان من الجائز أن تدخل الفيزياء مع الفلسفة في مناقشة مشتركة حول المعاني المحتملة لتلك الرموز، وحول أكثر التفسيرات ملائمة لنسق الأحداث، ولكن هناك أمور كثيرة تعوق هذه المناقشة، وفي هذا الفصل سنحاول أن ننقب عن بعضها وأن نزيلها بغرض التمهيد للمناقشات التالية.

اختلافات في اللغة

في مقدمة هذه العوائق وجود اختلافات في اللغة والمصطلحات فحتى إذا كان العلم والفلسفة لا يتكلمان بلغتين مختلفتين تمام الاختلاف، فإنها في الغالب يستخدمان مصطلحات مختلفة.

انقضى أكثر من ثلاثمائة عام منذ أن كتب **فرنسيس بيكون** Francis Bacon عن الأوهام Idols التي تربك عقول الناس عندما يحاولون اكتشاف الحقيقة، وأكثر هذه الأوهام إرباكًا في رأيه هي أوهام السوق، فهو المكان الذي يلتقي فيه الناس لتبادل الأحاديث، والسبب في

ذلـك أن الكلـمات لا تكون ملائمة للتعبير عن الفكـر الدقيق أو العلمي، والاختلافـات الواضحـة في وجهات النظـر تنتج عن التعريـف الناقص للمصطلحات التي تستخدم في المناقشة.

في خـلال تلك الفترة التي انقضت، أنشـأ العلم لغة خاصة به، قد يحلو لبعضهم أن يسـميها رطانة، وبرغم أنها قد تكون أحيانًا بعيدة عن الجمال، إلا أن مميزاتهـا تجعلها أجـدر بالصحة، وعلى العمـوم فمصطلحاتها محددة واضحة بعيدة عن الإبهام بحيث تحمل كل كلمة نفس المعنى لكل العلماء، وهذا المعنى مضبوط بدقة، فإذا قرأ أحد الفيزيائيين جملة لنيوتن أو أينشتاين فربما يفهم معنى الجملة أولاً يفهمه، ولكنه لن يشك في معاني الكلمات.

ومع تقدم العلم، فإن الإضافات الجديدة للمعرفة تلحق بمصطلحاته، والنتيجـة أنه يكتسـب على الـدوام ثراء ودقـة، والحقائق الجديـدة يلزمها مجموعـة مـن الألفاظ الجديدة، وحتـى الألفاظ القديمة تحتـاج إلى تعديل في اسـتخدامها عندما نكتسـب معرفة جديدة عن الحقائق القديمة، فمثلا دفعتنـا المعرفة الجديدة التي أدخلتها نظرية النسـبية إلى تعديل اسـتخدامنا لألفاظ مثل الحركة motion والسرعة Velocity والتزامن simultaneity وفترة من الزمن interval of time وهكذا.

وليس هناك ما يوازي هذا في الفلسفة، فهي مازالت بدون اصطلاحات دقيقـة متفـق عليهـا، وهنـاك عـدد هائـل مـن الألفـاظ الشـائعة، وحتى المصطلحـات المتخصصـة كثيرًا ما تسـتخدم في كثير من المعـاني المختلفة، وبواسطة الكاتب نفسـه، وإذا استعملت الفلسفة إحدى الكلمات بمعنى دقيق مميز، فهذا المعنى غالبًا يختلف عن معناها لدى العلم.

هـذا لا يشـكل فقط عائقًا خطـيرًا لحوار العلـم والفلسـفة، ولكنه قد يجعل الموضوع تائهًا في مشاكل فلسفية خالصة وليس من المبالغة أن نقول إن نسـبة كبيرة من مشـكلات وألغاز الفلسـفة في المـاضي تدين بوجودها نفسـه إلى عيـوب اللغـة، وعندما يترجـم كثير من المشـكلات القديمة إلى لغـة ومصطلحات العلم تبـدو مختلفة تمامًا، بل قد تتسـبب عملية الترجمة في إلغاء بعضها.

يبدو أن هناك ثلاثة أسـباب رئيسـية الاختلاف في اللغة والاستخدام، ومـن المستحسـن أن نبـدأ بذكرها، ثم نتناولهـا بالتفصيل مـع الأمثلة بعد ذلك.

1- يبـدو أن الفلسـفة لا تملك مصطلحات متفـق عليها أو دقيقة، لأنه ليس هناك هيكل من المعرفة الأساسية يتفق عليه، لكي يحتاج في وصفه إلى مصطلحات دقيقة.

2- تختلـف لغـة الفلسـفة كثيرة عـن لغة العلـم لأن الفلسـفة تميل إلى اسـتخدام الكلـمات في معـان ذاتيـة على حـين يميـل العلـم إلى المعاني الموضوعية.

3- بالإضافة إلى ذلك تختلف لغة الفلسفة عن لغة العلم، لأن الفلسفة تميـل إلى التفكـير بلغـة الحقائق كما تكشـف لحواسـنا البدائية، في حين يفكر العلم فيها كما تتكشف للأجهزة الدقيقة.

وفي بدايـة تناولنـا للسـبب الأول، نلاحـظ أن العلـم نفسـه لا يملك مصطلحـات دقيقـة متفقة عليها، ولهـذا فليس لديه القـدرة على الوصف

الدقيق المتفق عليه، وقد سبق أن تعرضنا لمثال من ذلك حيث رأينا كلمة حركة motion تستخدم بمعنى مبهم جدًا، فمنذ ثلاثة قرون كان هناك تداخل شائع بين المقاييس المتميزة الثلاثة التي توصف حاليًا بالسرعة velocity وكمية الحركة momentum والطاقة energy ونفس الكلمة (حركة) كانت غالبًا تستعمل للدلالة على الثلاثة، وهو نفس ما يحدث حاليًا في فروع العلم التي مازالت حقائقها الرئيسية موضع بحث ومناقشة، فمثلاً لاحظ **أدينجتون** أن مصطلحات **نظرية الكم** حاليًا في حالة من الفوضى الشاملة بحيث يكون أقرب للمستحيل أن نصنع منها تعبيرات واضحة.

وظلت غالبية المصطلحات الفلسفية على حالة مشابهة لذلك، وقد يحتج على ذلك بأنه لا مفر من اللبس سواء في الحاضر أو المستقبل، مالم يتمكن الفلاسفة من الاتفاق على حقائقهم الأساسية، ولكن كان هناك من يرى عكس ذلك، فعلى مدى خمسين عامًا ظل **لايبنتس** يسعى لتأسيس لغة فنية دقيقة، ووضع أساس حسابي للفلسفة، كان يأمل في التوصل إلى اختزال الأفكار الأساسية للتفكير المنطقي إلى عدد محدود جدًا من العناصر الأولية أو «الأفكار الجذرية» Root – notions بحيث يمكن تمثيل أي منها برمز عالمي أو رمز مشابه لرموز الجبر، فإذا تحقق له ذلك، فسوف يتمكن من وضع حساب لعمليات هذه الرموز، واعتبر لايبنتس أن حسابًا من هذا النوع سيحسم الخلاف بين الفلاسفة، بنفس السهولة التي يسوى بها الحساب في التجارة الخلاف بين المحاسبين، فإذا نشب خلاف بين اثنين فما عليها إلا أن يقولا: «فلنرجع إلى هذا الحساب»

ولكن محاولات **لايبنتس** بائت بالفشل، وقريبًا أجريت محاولات مشابهة في نطاق مجالات محدودة من الفكر، والنتيجة النهائية أن الفلسفة ما زالت تجاهد للتعبير عن نفسها مستخدمة ألفاظ اللغة الدارجة غير الملائمة، ومازالت عبارة **أنتول فرانس** Anatole France صحيحة فهو القائل:

«إن الميتافيزيقي ليس لديه لكي يقيم نظامًا للعالم سوى الصيحة المحسنة للقردة والكلاب»

«Un metaphysicien n’a, pour constituer le système du monde, que le cri perfectionné des singes et des chiens».

ولكن المشكلات الرئيسية للفلسفة في معظمها شاقة للغاية، والكثير منها يرهق العقل الإنساني إلى أقصى الحدود، بل إنها حيرت أذكى عقول جنسنا البشري على مدى آلاف السنين، ومع ذلك فليس من المبالغة أن نقول إنها لم تصل إلى حل حتى الآن، وعندما نتناول هذه المشكلات، علينا أن نتعامل مع الظلال الرقيقة للمعاني، وأن نتوغل في ميادين الفكر البعيدة عن حياتنا اليومية، وفي هذا نحتاج إلى أداة دقيقة ومرنة ومصقولة إلى درجة الكمال، على حين أن اللغة الدارجة ليست لها هذه الصفات، فهي ليست أداة مصقولة بل هي أقرب إلى عدة بدائية تصلح للأغراض العملية، طورها الإنسان العادي ومن قبله الهمجي غير المفكر من خلال علاقاته البدائية بالعالم، لكي يعبر عن الأفكار الناشئة عن تلك العلاقات، وسوف تكون بالتأكيد مصادفة مدهشة أن تلائم هذه العدة البدائية مناقشة مجردة لا يربطها إلا القليل بعالم الخبرات اليومية، فهذا شبيه بأن يجرى أحد الجراحين عملية دقيقة معقدة مستخدمًا عدة النجار كالمطرقة والازميل.

إن عدم ملائمة اللغة الدارجة للتعبير عن دقائق الفكر الفلسفي تمثله بوضوح القضية الشهيرة **لديكارت**: أنا أفكر إذن فأنا موجود Cogito ergo sum اعتقد **ديكارت** في صدق هذه القضية فوق كل الشكوك، فافترض أن الفلسفة بأكملها مؤسسة عليها، وأتى جيل حديث من الفلاسفة ليبين عدم سلامة القضية، وأقاموا انتقادهم أساسًا على طريقة استخدام **ديكارت** للغة الدارجة، لأن هذا يدفع بالقضية إلى الوقوع في إحدى المقولات الواضحة تمامًا، أفكر، تفكر، يفكر Cogito, cogitas, Cogitat أو جموعها، فاللغة الدارجة لا يمكن أن تعبر عنها، وأي شيء كالتلباثي telepathy أو ما يشبهه لا يجوز وضعه في الاعتبار، لا لأنه غير موجود، ولكن لأن اللغة الدارجة ببساطة لا تستطيع التعبير عنه وإلا جعلنا التفكير في حد ذاته امتيازًا خاصاً لبعض الشخصيات المنعزلة، ومع ذلك فالشخصيات المنعزلة نفسها تتغير مع كل تجربة، فأنا الذي فكرت، أختلف عن أنا الآخر الذي كان موجودًا قبل أن تأتي الفكرة إلي، وتعود فنقول من جديد إن تصريفات اللغة مثل: أكون، كان، سأكون لا تصلح إطلاقًا للتعبير عن تدرجات التغيير اللانهائية.

يرى **بيرتراند راسل** Bertrand Russel أن النحو واللغة الدارجة دليلان سيئان للميتافيزيقا ويمكن أن يؤلف كتاب ضخم ليبين التأثير السيئ للإعراب على الفلسفة، ويضرب مثالاً لذلك ب**ديكارت** الذي افكر أنه لا يمكن أن توجد حركة بدون أن يتحرك شيء، أو تفكير بدون أن يفكر أحد، ولاشك أن غالبية الناس مازالوا يتبعون هذا الرأي، ولكن الحقيقة أنه نشأ من فكرة - في العادة بدون وعي - وهي أن مقولات

النحو هي أيضًا مقولات الحقيقة. وهناك مثال أحدث لذلك الاعتقاد الخاطئ في فيزياء القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، فعندما تبينوا أن الضوء له طبيعة الموجية، جادل الفيزيائيون بأنه إذا وجدت تموجات، فلا بد من شيء يتموج، لأنه لا يوجد فعل بدون فاعل، وعلى هذا الأساس أقروا بوجود الأثير حامل الضوء في الفكر العلمي، على أنه فاعل لفعل يتماوج، مما ضلل الفيزياء لمدة تزيد على القرن.

وحتى إذا استخدم كل الكتاب من الفلاسفة إحدى الكلمات بمعنى محدد، فإن هذا الاستخدام يختلف غالبًا عن استخدام العلم، وهذا ما يأتي بنا إلى السبب الثاني للاختلاف بين العلم والفلسفة، فحتى وقت قريب كان العلم يسلم بوجود عالم موضوعي مستقل وبعيد عن عقولنا، وصممت مصطلحات العلم لكي تصف هذا العالم الموضوعي، أما الفلسفة فلم تسلم أبدأ بوجود مثل هذا العالم، برغم أن بعض الفلاسفة قد تناولوه بالمناقشة بل تبينت الفلسفة أن اهتمامها الرئيسي لابد أن ينصب على الإحساسات والأفكار التي تتكون في العقول، والتي تفترض لنا أن مثل هذا العالم موجود، وعلى هذا نرى أن العلم يميل لاستخدام الكلمات بمعنى موضوعي، وأن الفلسفة تميل لاستخدامها بمعنى ذاتي، وكمثال لهذا الاختلاف في الاستعمال فلنناقش الفعل (يرى)، والصفة (أحمر).

يستخدم العالم كلمة (يرى)، استخدامًا محددًا، فعندما يقول إنه يرى الشعرى اليمانية، فهو يعني أنه يؤمن بوجود الشعرى اليمانية خارج عقله، وأن إشعاعات ضوئية صدرت من الشعرى اليمانية فشكلت صورة لها على شبكية عينه، ومن خلالها وصل التأثير إلى مخه، أما إذا قال رجل

مخمور إنه يرى ثعابين بنفسجية، فسوف يعترض رجل العلم على ذلك بأنه لا يستطيع أن يرى ثعابين بنفسجية لا لأنها غير موجودة، بل لأن جوهر الرؤية بالنسبة للعالم هو مرور اشعاعات ضوئية من الشيء المرئي إلى شبكية عين الشخص الذي يرى.

ويعترض كثير من الفلاسفة على هذا، ففي رأيهم أني عندما أقول: (إني أرى الشعرى اليمانية، ففي هذا ادعاء برؤية شيء ربما لم يعد موجودًا، فلعله اختفى في أثناء السنوات الثماني التي انقضت منذ أن ترك الضوء الشعرى اليمانية، ويعتبر **بيرتراند راسل** الخطأ في أن أقول إني أرى نجمًا عندما أرى الضوء الصادر منه مماثلاً للخطأ في القول بأني أرى نيوزيلندا عندما أرى رجلاً نيوزيلندا في لندن، وهو يتعرض لقصة عالم الفسيولوجيا الذي يفحص مخ مريضه بالأسلوب نفسه، فهو دائمًا يكرر أن معظم الناس يعتقدون أن ما يراه عالم الفسيولوجيا موجود في مخ مريضه، أما الفيلسوف فسوف يؤكد أن عالم الفسيولوجيا يرى ما هو موجود في مخ عالم الفسيولوجيا نفسه، ومن هذه الوجهة يكون في استطاعة المخمور أن يرى ثعابين بنفسجية في حجرة نومه، أما الرجل الرزين غير العمل فلا يمكنه أن يرى ثعابين خضراء وسط الحشائش لأنها قد تكون اختفت من الوجود على حين كان الضوء الصادر منها ينتقل إلى عينيه، وباختصار فالفلاسفة في رأيهم أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة بداخل رؤوسنا على حين أن العلماء يتبعون الاستخدام الشائع للغة معتبرين أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة خارج رؤوسنا.

وتستخدم الصفة، أحمر في العلم لوصف الضوء الذي يمتلك صفات موضوعية محددة، وهذه يمكن تحديدها بمعرفة عدد الموجات الكاملة في البوصة أو عدد الذبذبات الكاملة في الثانية، والتعريفان متساويان تمامًا، وعندما يسقط مثل هذا الضوء على عين بشرية عادية، ينتج ما نصفه بأنه إحساس بالاحمرار.

والكيفية التي تحدث بها هذا الإحساس غير مفهومة تمامًا، ولكنها في الغالب تحدث كالآتي: يتركب العصب البصري للعين البشرية من حزمة من الألياف العصبية التي تنتهي في الشبكية على هيئة مجموعة من العصى والمخروطات، وعندما يسقط الضوء على هذه النهايات العصبية تحدث فيها تغيرات كيميائية، تبعث بأنشطة كهربية معينة عبر الألياف العصبية إلى المخ، وهي التي تولد الإحساس بالضوء أو اللون في العقل، فأما العصى فينبهها الضوء من أي لون حتى لو كان خافتًا للغاية، ويمكننا من خلالها أن نرى في الليل أو الضوء الخافت، ولكنها تنتج الإحساس بالضوء والظل فقط وليس باللون، وأما المخروطات فإن تنبيهها ينتج إحساسات لونية محددة، وعلى هذا فإن اختلال عمل العصى يجعلنا نعاني من العشى الليلي، أما اختلال عمل المخروطات فيتسبب في عمي الألوان.

وتتحكم في اكتمال نمو المخروطات عوامل وراثية معينة، من المعتقد أنها موجودة على كروموسوم خاص هو «الكروموسوم X» وتحتوي كل خلية من جسم الرجل على كروموسوم واحد منه، على حين تحتوى كل خلية من جسم المرأة على اثنين، وفي غرب أوربا يوجد رجل من كل أربعين يولد بنقص في هذا العامل الوراثي، وعلى هذا فهو يصاب بعمي

الألوان إلى الأبد وبدون أمل في شفائه أما المرأة فلا تصاب بعمي الألوان إلا إذا كان عاملاها الوراثيان ناقصين، ولهذا فلا توجد إلا امرأة واحدة من بضع مئات تصاب بعمي الألوان.

وبخلاف الإنسان، فمن المعتقد أن هناك عددًا قليلاً من الحيوانات الكبيرة التي ترى الألوان، أما غالبيتها فترى العالم على أنه مجموعات متقابلة من النور والظلام - تقريبًا كما نراه في ضوء القمر، والإحساس البشري بالاحمرار هو الأصل في مفهوم الاحمرار ككيفية أو صفة، ولكنه لا يهيئ إلا مقياسًا غير دقيق للاحمرار، أما المقياس الدقيق الصادق فلا يتأتى إلا من خلال مجموعة من الأجهزة الجامدة كالمطياف، والكاميرا، واللوح الفوتوغرافي.

عندما يقول أحد العلماء إن زهرة أو سيارة أتوبيس حمراء، فهو يعني أن أي ضوء ينعكس منها يكون أحمر بالمعنى العلمي الذي اصطلحنا عليه من قبل، فعندما يسقط ضوء الشمس الذي هو خليط من ألوان عديدة على زهرة حمراء، فإن بتلات الزهرة لا تعكس إلا الجزء الأحمر من الضوء إلى عيني فأرى الزهرة بالضوء الأحمر، فإن كان بصري عاديًا، فإن هذا الضوء يحدث إحساس بالاحمرار في عقلي، فأقول إن الزهرة حمراء، أما إذا كان عندي عمى للون الأحمر، فسوف أرى الزهرة بضوء يعتبر أحمر بالمعنى العلمي للكلمة، وإن كان عمي الألوان سيظهر الضوء بمظهر مختلف، أو قد يجعل الضوء يصنع انطباعًا ضعيفًا جدًا على شبكية عيني بحيث يظهر أحمر قاتمًا بدلاً من الأحمر القاني.

ولكـن عندما يقول الفيلسـوف إن شـيئًا ما لونه أحمـر، فهو يعني أنه يحدث إحساسًـا بالاحمرار في عينيـه أو عيني إنسـان آخر، ومثـلا رأينا مـع كلمة (يـرى) التي تناولناها سـابقًا، فإن العالم يطبـق الصفة وأحمر، على شيء موضوعي خارج رأسـه، هو أساسًـا الضوء، على حين يطبقها الفيلسـوف على شيء داخل رأسـه، هو أساسًـا إحسـاس لوني، وهكذا يمكـن لعمـي الألـوان أن يغير الألوان وفـق المعنى الفلسـفي لا المعنى العلمي.

اختلافات في المصطلحات

بالإضافـة إلى مثـل تلك الصعوبات الخشـنة والمتخلفة عن اسـتخدام اللغـة بمفردها، فهناك صعوبات أخرى تنشـأ مـن المصطلحات المختلفة التي يسـتخدمها كل من الفيلسـوف والعالم، فهـما لا يعبران عن أفكارهما بلغتين مختلفتين فحسب، بل إن أفكارهما نفسها تميل لأن تسلك مسارات مختلفـة، ويبدو أن هذا نشـأ جزئيًا من السـبب الثالث والأخير للأسـباب التـي اقترحناها لاختلاف العلم والفلسـفة، فالفلاسـفة مازالوا يفكرون بأسلوب يرجع إلى الأيام المبكرة لدراستهم، إلى أزمنة لم تكن وقتها أدوات القياس دقيقة بدرجة تزيد على الحواس البشرية الخمس، فما زالوا يصفون الأشـياء بلغة التأثيرات التي تحدثها على الحـواس، على حين يصفها العالم بلغة التأثيرات التي تحدثها في أدواته الحساسة التي يقيس بها، فالفيلسوف لا يتكلم فحسب بل يفكر أيضا بمصطلحات ذاتية، على حين يتكلم العالم ويفكر بمصطلحات موضوعية.

كميات وكيفيات:

من النتائج البارزة لهذا الاختلاف أن الفيلسوف يفكر عادة بمصطلحات الكيفيات، أما العالم فيفكر بمصطلحات الكميات، فحاضر الفلسفة قد يحاضر مستمعيه في أن قالب السكر يملك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة، في الوقت الذي يشرح فيه زميله في حجرة العلوم معاملات الصلابة، وانعكاس الضوء وتركيز أيون الهيدروجين - وهي قياسات يتوقف عليها امتلاك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة، وفي حين يناقش المحاضر في الفلسفة الفرض القائل بأن الساخن والبارد ضدان بحيث لا يكون الشيء ساخنًا وباردًا في آن واحد، يتعرض المحاضر في العلم لموضوع الحرارة، بطريقة تعتمد على قياس التدرجات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا في الحرارة، والتي يصفها الفيلسوف عمومًا بالسخونة والبرودة، إن العالم يصل الفجوة بين السخونة والبرودة أما الفيلسوف فلا يعتقد في إمكان تخطى هذه الفجوة.

يمكننا أن نوضح عواقب هذا الاختلاف من خلال قضية فلسفية بسيطة، **كانت** لها أدوار طويلة جدًا - وفي كل مرة ترتدي ثوبًا مختلفة على مدى ألفي عام من **أفلاطون** مرورًا **ببريكلي** Berkley **إلى برادلي** Bradley، وهذه القضية تمضي كما يأتي: نحن بداخل حجرة مريحة عندما يدخل رجل (1) هربا من عاصفة جليدية بالخارج ويقول: إن الجو دافئ هنا،، ويدخل من بعده رجل آخر (ب) خارجًا من حمام تركي ويقول: إن الجو بارد هنا،، ومضى المناقشة لتؤكد أن الحجرة لا يمكن أن تكون دافئة وباردة في الوقت نفسه، فالسخونة والبرودة لا يمكن أن تكونا

صفتـين حقيقيين للحجـرة، ولكن يمكن فقط أن تكـون فكرتين في عقلي (أ) و(ب) ثــم يدخل بعدهمــا رجلان آخـران (ج) و(د) أحدهما قادم من قـصر والآخر من خيمة صغيرة فيلاحظـان على التوالي أن الحجرة صغيرة وكبـيرة، ومن حيث لا يمكن للحجرة نفسـها أن تكون كبيرة وصغيرة في آن واحـد - كما تقـول القضية - فالكبير والصغر يمكن فقط أن يوجدا في عقـلي (ج) و(د)، والحجـرة في حـد ذاتهـا لا يمكن أن تملـك أي صفة من صفـات الحجم، وبالمضي في ضرب أمثلة مشـابهة في هـذه القضية، يمكننا أن نجـرد الحجرة من كل صفاتها واحدة بعد الأخرى، فإذا كانت الحجرة لا تزيد عن مجموع صفاتها كما تقول هذه القضية الخاصة، فإنها تنعدم تمامًا فيما عدا أنها موجودة في عقول (أ) و(ب) و(ج) و(د).

ولكـن القضية تبدو مختلفة تمامًا عندمـا تترجم إلى مصطلحات العلم، فعندمـا يدخل (ا) سـوف يقول: «إن الجو هنا أدفأ مـن الخارج، على حين يقول (ب): إن الجو هنا أبرد من الحمام التركي» وسـيكون على القضية أن تمضي فتقول إنه لا يمكن لحجرة أن تكون أدفأ من عاصفة ثلجية وأبرد من حمام تركي في آن واحد، ونرى على الفور أن هذا الاستنتاج فاشل تمامًا.

من المؤكد أنه لا يمكننا التخلص من إحدى القضايا بمجرد أن نترجمها إلى مصطلحـات أخـرى، مثـلاً لا يمكننا أن نثبت بطـلان قضايا **إقليدس** بترجمتها إلى الفرنسية، ولابد أن يكون في القضية ما هو أكثر من ذلك.

القضيــة فاشـلة لأنها تهمـل التمييز بـين التقديرات الذاتية والقياسـات الموضوعيـة للحـرارة، فعندمـا تقـول إن الحجـرة تعتبر سـاخنة وبـاردة في الوقت نفســه، فإنهـا تتعامل مع الحـرارة والبرودة الذاتيـين، وهما كما تقول

البرهنة، يمكن فقط أن يكونا فكرتين في عقلي (أ) و(ب)، ولكن القضية تتأرجح فجأة وتبين لهما خطأهما بالرجوع إلى درجات الحرارة الموضوعية، إن الحجرة الذاتية قد تكون مجموع صفاتها الذاتية، والحجرة الموضوعية مجموع كيفياتها الموضوعية، ولكن إلغاء كل الصفات الذاتية للحجرة لا يلغي الحجرة الموضوعية، وقبل أن يتقدم الفيلسوف بقضيته عليه أن يبين أنه لا يوجد فارق بين درجات الحرارة الذاتية والموضوعية للحجرة، وفي كل مرة يقدم على ذلك، يؤكد له الترمومتر المعلق على اللوحة أنه على خطأ.

وربما كانت العالم النفس كلمة في هذا المجال، لأنه يستطيع أن يخبرنا أن حواسنا لا تملك القدرة على قياس الحرارة والبرودة المطلقتين، فنحن لا نحكم على الشيء بأنه ساخن أو بارد، بل بأنه (أسخن من) أو (أبرد من) شيء آخر، إذ أننا نقارن في العادة بدفء أجسامنا أو بآخر خبرة لنا بالسخونة والبرودة، وعلى هذا تتحدث اللغة الدارجة عن الرخام على أنه بارد، وعن البطاطين الصوفية التي لها نفس درجة الحرارة على أنها دافئة، لأن لمس الرخام يجعل يدنا وأبرد، مما كانت، ولفها في بطانية يجعلها أسخن، مما كانت، والسبب في هذا يرجع لأن الرخام موصل جيد للحرارة وأن الخامات الصوفية موصلة رديئة للحرارة، ويعرف عالم النفس من تجاربه المعملية أن هذه الاعتبارات هامة، على حين أن الفيلسوف صاحب العقلية القديمة لا يعرف ذلك، والعلم يعرف من ملاحظاته أن مصطلحاته الخاصة هي التي تصح عند التطبيق.

منذ زمن **أرسطو**، والفلاسفة ميالون إلى اعتبار المادة على أنها شيء ملفوف في عدد من الصفات، مثلا تكون العلبة ملفوفة في عدة طبقات

مــن الورق، وكانــوا يخمنون ما الــذي يحدث، إن تبقــى شيء بعد أن تزال كل اللفائف.

تخيل **جاليليو** و**ديكارت** و**لوك** وغيرهم أن الصفات يمكن تقسيمها إلى: طبقة خارجية وصفها **لوك** بأنها صفات وثانوية، وهي التي تدرك بالحواس، كالاحمـرار والبرودة - وطبقة داخلية هي الصفـات والأولية، التي يملكها جوهر الشيء أو الشيء المسـتقل، وبفضل وجوده المجرد، مستقلاً عن كونه مـدركًا أو غير مـدرك كالصلابة والامتداد في المكان وعـبر **لوك** عنها بأنها: «**ولا يمكن فصلها عن الجسم نهائيًا في أي حالة قد يكون عليها**».

أمـا إذا أخذنا في الاعتبـار وجهة نظر العلم الموضوعية، فسـوف يبدو هـذا التمييـز مصطنعـة للغايـة، فالاحمرار يعنـي قدرة الجسـم على عكس الضوء الأحمر، والماسـك والامتداد في المكان بعنيان قدرة الجسم على صد أو عكس أي جسـم آخـر يحاول أن يتعدى على مكان الجسـم، وليس من الواضـح لماذا يلزم تصنيـف إحدى القدرات على أنها أولية والأخرى على أنها ثانوية، واحدة على أنها أساسية والأخرى على أنها سطحية.

ربما اعترض الفيلسـوف عـلى ذلك، بأن الاحمرار بالنسـبة له لا علاقة له بانعكاس الضوء، إذ إن معناه ببسـاطة القابلية لإحداث إحسـاس عقل بالاحمرار، وهذا لا يكفي لأنه يجعل التمييز بين الصفات الأولية والثانوية ذاتيًا، وعلى هذا يجب أن يصنف الأحمر على أنه صفة ثانوية بالنسبة للرجل العادي سـليم النظر، ولكن بالنسـبة للضرير الذي لا يمكنه رؤيته إطلاقا فسـوف يعتبر صفة أولية، وكذلك بالنسـبة للكلـب الذي لا يملك بصرة ملونـة، وقـد يحتج **لوك** وأقرانه الفلاسـفة بـأن الأحمر صفـة ثانوية ولكن

فيلسوفة من فصيلة الكلاب سوف يحتج وله نفس الأحقية بأنه صفة أولية، لأن الكلاب لا تميز الألوان.

أحيانًا نقترب من المشكلة بتخيل الشيء وكأنه يجرد من كل الصفات التي يمكن تخيل إمكان تجريده منها واحدة بعد الأخرى، فالصفات التي يمكن تخيل إزالتها هي بالطبع الثانوية، وما يتبقى مما لا يمكن إزالته هو الصفات الأولية، فقالب السكر مثلاً يمكن أن يصور فلسفيًا وكأنه ملفوف في صفات البياض والحلاوة والجمود وهكذا، فإن جرد من هذه الصفات واحدة بعد الأخرى فما الذي يتبقى مما لا يمكن تجريده؟ هل يتبقى أي شيء؟ أو يتحقق ما سلمنا به في القضية السابقة من أن الشيء ما هو إلا مجموع صفاته؟

وجد العلم أن صفات المواد والأشياء تعتمد من ناحية على الطبيعة الداخلية لمكوناتها، ومن ناحية أخرى على الطريقة التي ترتب بها هذه المكونات في المكان، فالصفات الفيزيائية تعتمد على طريقة ترتيب الجزئيات، والصفات الكيميائية على طريقة ترتيب الذرات التي تتكون منها الجزئيات، ولهذا فلا معنى للحديث عن تجريد أي شيء من صفاته، وغاية ما في وسعنا أن نعيد ترتيب وحداته المكونة له، وبهذه الطريقة تحل إحدى الصفات محل الأخرى: فنستبدل صلابة الثلج بسيولة الماء أو بقابلية البخار للانضغاط، أو نحصل على تألق الماس بدلاً من العتمة الشديدة للجرافيت أو السواد العميق للسناج، فبالنسبة للعالم تعتبر كل الصفات أولية بمعنى أنها:

(لا تنفصل نهائيا عن الجسم في أي حالة يكون عليها).

زهرة التيوليب الحمراء لا يقل احمرارها بالنظر إليها في ضوء أزرق.

نعود فنقول إن الفيلسـوف لا يعفيه أن يحتج بأن العالم يصر على النظر للأشـياء نظـرة موضوعيـة، على حـين أنـه - أي الفيلسـوف - معتاد على الاحتفـاظ بأفـكاره من ناحية ذاتيـة، فإذا أصر على أنه يسـهل عليه تخيل، الأشياء مجردة من صفاتها، فالجواب على ذلك هو أن الفلسفة مثل الفيزياء موكولةٌ باكتسـاب معرفة عـن العالم الحقيقي، لا عن عـالم تخيلي بعيد تمامًا عـن الحقيقـة، حيـث يمكـن أن تجـرد الصفات بعيـدًا ولا يتبقـى شيء في موضعـه، ولا يمكـن في غير (بـلاد العجائب) أن يتم تجريـد قطة من كل شيء ماعدا تكشيرتها.

أنصاف نغمات:

هنـاك اختـلاف آخـر في المصطلحـات يتصل عـن قرب بذلـك الذي تناولنـاه وهـو يرجـع إلى ميـل. الفلسـفة في تناولهـا للعـالم إلى أن تصوره بالأسـود والأبيـض فقـط، متجاهلـة كل أنصـاف الدرجـات والتدرج، والحيرة التي تبرز أمامنا عندما نختبر عالم الواقع، وأوضح مثال على ذلك يقدمـه لنا قانون الوسـط المرفـوع Law of the excluded middle الذي سـيطر على المنطق الصـوري، فكانت له عواقب مدمرة، ابتداء **بأرسـطو**، فالقانـون يؤكـد أن أي شيء إما يكون (ا) أو لا (ا) مهـما كان (ا) أما العالم مـن الناحيـة الأخرى، فلأنه يعرف أن كل شيء عـلى وجه العموم يمتلك بعـض خواص (ا) لا يعنيه أن يصنف الـشيء على أنه (ا) أولا (ا) وكل ما يبغي معرفته هو ما مقدار ما يملكه الشيء من خواص (ا).

مثلاً يؤكد القانون أن أي كمية لابد أن تكون إما نهائية أو لانهائية، فإن كان هـذا صحيحـة، فإن نصف أي كميـة نهائية لابد أن يكـون دائما كمية

نهائيـة أيضًـا، فلا يمكنه أن يكـون كمية لانهائيـة وإلا كان مجموع كميتين لانهائيتـين كمية نهائية، وهو أمر باطل، وعـلى هذا ففي متوالية الكميات: $\frac{1}{1}$، $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{1}{32}$ .... حيـث تكـون كل كميـة نصـف مـا قبلهـا، ولابد أن يكون كل فـرد من المجموعة كميـة نهائية مها امتدت المتواليـة، فـإذا امتـدت المتوالية بغير حدود، فسـيصبح لدينا سلسـلة من كميـات يكون كل منها نهائيا، ومجموع كل أفـراد المتوالية هو الآن مجموع عدد لا نهائي من الكميات النهائية، وعلى هذا فوفقًا للقانون لابد أن يكون المجموع لا نهائيًا، ولكن الحسـاب البسـيط جدًا يبـين أن المجموع بالفعل كمية نهائية هي 2. وهذه هي المغالطة التي تتضمنها مفارقة زينون المعروفة جيدًا عن الأرنب والسلحفاة، وتبسيطًا لذلك نفترض أن الأرنب يتحرك فقط بضعف سرعة السلحفاة، وتأخذ السلحفاة دقيقة تتقدمه فيها، تقطع خلالهـا المسـافة من نقطة البداية (ا) إلى النقطـة (ب) وعندها يبدأ الأرنب في الحركة، ويسـتغرق نصف دقيقة ليصـل إلى (ب) وفي خلال هذه الفترة تقطع السـلحفاة مسـافة (ب ج)، هـي طبعًا نصف المسـافة (ا ب)، وتبعًا لذلك يسـتغرق الأرنب ربع دقيقة ليقطع المسافة (ب ج)، ويستمران على ذلك، بحيث يكون الزمن الكلي للسباق بالدقائق:

$$1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} +$$

إلى مـا لانهاية ويتضح أن المتوالية لا يمكـن أن تنتهي، وتبعًا للقانون فهي تتكون من عدد لانهائي من الحدود النهائية، والزمن الكلي للسـباق لابد أن يكون لانهائيًا، أي أن الأرنب لن يسـتطيع اللحاق بالسـلحفاة، ولكن كما سـبق، تنتج المغالطة من افتراض أن الكميات يمكن تقسـيمها

بحد قاطع إلى نهائية ولانهائية - أو بعبارة أخرى: إنها تخضع لقانون الوسط المرفوع.

وهناك مثال أخطر من ذلك نجده فيما يسمى بالدليل الأنطولوجي أو الوجودي على وجود الله، في الصورة التي عرضه بها القديس أنسلم Anslem، وقد مر هذا الدليل بتاريخ طويل من التأييد والمعارضة من جانب كبار الفلاسفة **كديكارت** و**لايبنتس** و**كانت**.

ينتهي قانون الوسط المرفوع إلى نتائج أخرى تحدث ارتباكًا في بعض نواحي الحياة العملية، فهو مثلا يخبرنا أنه في كل لحظة من حياة الإنسان إما يكون شابة أو غير شاب، حتى أن الانتقال من المرحلة التي يكون فيها شابة إلى المرحلة التي يكون فيها غير شاب يجب أن يحدث في لحظة واحدة من حياته، وهكذا يتلاشى الشباب في طرفة عين، ويمكن أن نطبق نفس الشيء على جمال امرأة أو صحة أحد المعوقين، وهكذا يقودنا اتباع المنطق الصوري بأساليبه الضيقة إلى نتائج غريبة.

في الحياة العملية، تعتبر كل أمور الحياة تسويات وحلول وسيطة، وغالبية الأشياء تقع بالتحديد في الإقليم الوسط الذي يحاول القانون أن يلغيه، وعلى كل فهذا لا يتداخل مع تعميم القانون بالنسبة للأغراض الجدلية: «أيها السادة: من الواضح بالتأكيد أنه إما هناك نقص في علف الخنازير أو لا نقص».

اختلافات في المناهج

ينتقل بنا التفكير طبيعيًا إلى اختلاف ثالث في المصطلحات، أو ربما على الأصح في المنهج، وهو اختلاف له عواقب أخطر مما تعرضنا له حتى

الآن، إن (حرفة) الفيلسوف أن يركب ويفسر حقائق معروفة فعلاً، أما العالم فعليه أن يكتشف حقائق جديدة، وعندما يجد الفيلسوف نفسه مدعوًا لتفسير عالم شديد التعقيد وغير مفهوم إلى حد كبير، فإنه يجد ما يغريه بتجريد كل مشكلة إلى هيكلها العاري غير المصقول، بالتخلص من كل ما يبدو له غير جوهري، أما العالم فلأنه دائم التنقيب عن كل جديد، فمن الطبيعي أن يحافظ على كل التعقيدات، بل هو فعلاً يرحب بها، لأنها يمكن أن تدله على الطريق إلى مجالات جديدة للمعرفة، والمهم في ذلك هو أن الفيلسوف عرضة لخطر التبسيط الزائد لمشكلته تاركًا بعض الأساسيات من خلال عدم رؤيته لأساسيتها.

تبسيط زائد:

نضرب لذلك مثلاً بسيطًا، فالفيلسوف قد يتساءل لماذا تبدو الزهرة حمراء بالمعنى الفلسفي؟ وأين يكمن احمرارها الفلسفي؟ ومثل كثير من المشاكل الرئيسية للفلسفة، ترجع هذه المشكلة إلى **أفلاطون**، ففي محاورة ثياتيتوس، يستنتج سقراط أن اللون لا يكمن في عيننا ولا في الشيء الخارجي المدرك، والفيلسوف الحديث يقتدي **بأفلاطون** إلى حد أنه يحذف من المناقشة كل العوامل ماعدا الزهرة والعقل الذي يدركها حسيًا لأنها وحدهما - على حد قوله بمنتهى الثقة - مهما جوهر المشكلة، ففي إمكانه أن يحتج بأن الزهرة قد تبدو لأحد العقول حمراء قانية ولآخر قرمزية، وعلى هذا فاللون لا يكمن في الزهرة ولابد أنه يكمن في العقل المدرك..

ويعرف العالم أن عوامل أخرى كثيرة تدخل في الاعتبار، فالضوء الذي ينير الزهرة له أهمية خاصة بالتأكيد، فبدون الإضاءة لا يمكن أن

تبدو الزهرة حمراء على الإطلاق. بل تبدو سوداء، فالزهرة لا يمكن أن تبدو حمراء في غياب ضوء أحمر ينعكس منها ولابد أن يوجد مكون أحمر في الضوء الساقط على الزهرة، وحتى إن وجد الضوء الأحمر، فلن يراه الشخص الذى لا تكون شبكية عينه حساسة للضوء الأحمر، فمن الضروري ألا يكون لديه عمى للون الأحمر، وعلى هذا فلكي تظهر الزهرة حمراء فلابد من توفر شروط ثلاثة:

1- يجب أن يحتوى الضوء الساقط على الزهرة على بعض الضوء الأحمر.

2- يجب أن تكون لسطح الزهرة القدرة على عكس الضوء الأحمر.

3- يجب ألا يكون الشخص الناظر إلى الزهرة مصابًا بعمى للون الأحمر. إن مسألة أين يكمن الاحمرار الفلسفي للزهرة لم تعد في أحسن صورها.

ولكن إذا كان من الضروري أن نجيب عليها، فلنقل إن الاحمرار يكمن في:

1- الشمس أو أي مصدر ضوئي آخر يشع ضوء أحمر.

2- سطح الزهرة الذي يعكس ضوء أحمر.

3- شبكية عين الشخص المدرك التي تستقبل الضوء الأحمر.

هذه المناقشة المختصرة تظهر أن إدراك الاحمرار أعقد بكثير مما يسلم به الفيلسوف في معالجته البسيطة، ومع ذلك فمازالت المناقشة أبعد بكثير من أن تشمل كل خلفية الموضوع.

وبـدلاً من أن نتسـاءل لمـاذا تبدو الزهرة حمـراء؟ قد نتسـاءل ما الذي يجعل الشـمس الغاربة حمراء؟ وفي هذه الحالة يكون التفسـير الذي قدمناه مـن قبل فاشـل تمامًا، والإجابـة الجديدة هي أن الغـلاف الجوي للأرض يشـتت بعـض مكونـات ضوء الشـمس عندما يمـر خلاله، وهو يشـتت الضوء الأزرق أكثر من الأحمر، مما يجعل السماء زرقاء، وهذا التشتت يزيد نسـبة اللون الأحمر فيهـا يتبقى من الضوء، مما يجعل الشـمس تبدو، دائمة أكثـر احمرارًا مما هـي عليه في الواقع، وعند الشروق والغروب يقطع ضوء الشـمس رحلـة أطول مـن المعتاد خـلال الغلاف الجوي، بحيث تشـتت كميـة من الضوء الأزرق أكبر من المتوسـط، وتبدو الشـمس أكثر احمرارًا من المعتاد، وبمقارنتها بمظهرها المعتاد نقول إن الشمس تبدو حمراء.

وقد نتناول المسـألة بطريقة أخرى، فنقول إن عملية طويلة من التطور الارتقائي زودت جنسنا البشري بعيون حساسة فحسب لأطوال موجات الإشـعاع الـذي تنير بـه الشـمس كوكـب الأرض، وهي أكثر حساسـية للإشـعاع الـذي يصـل إلى الأرض بغـزارة، وعند غروب الشـمس يختل التـوازن العادي للألـوان بالطريقة التـي شرحناها ويبدو ضوء الشـمس أحمر.

فإذا تسـاءلنا أيضا لماذا تبدو أبعد الأشـياء في الفضاء حمراء، كما نجدها فعلاً، فسـتتعرض لواحدة من أعوص مشـاكل الفلك المعاصر، فالأشياء التي تبدو حمراء هي السـدم الهائلة خارج المجرات وهي لا تعكس الضوء كما تفعل الزهور، بل تشـع ضوئها الخاص، وكلما ازداد بعد السديم ازداد الضوء احمرارًا، وربما ظهر ضوء السديم أصفر أو أخضر أو أزرق بالنسبة

للمقيم في السديم، ولكنه يبدو أحمر بالنسبة لنا فقط، لأننا نبتعد عن السديم أو يبتعد السديم عنا وهو نفس المعنى - بسرعة تقارن بسرعة الضوء، مما يجعل موجات الضوء تدخل عيوننا على فترات أقل ترددًا، فيظهر لنا الضوء أكثر احمرارًا مما يظهر للساكن في السديم، ومع ذلك فهناك إمكانيات وتفسيرات أخرى شديدة التخصص لدرجة لا تسمح بمناقشتها هنا.

وهناك مشكلات أخرى تتعلق باللون، لها إجابات مختلفة تمامًا، مثل احمرار النار، وزرقة القوس الكهربي، وزرقة السماء (وقد شرحناها جزئيًا فيما سبق)، وزرقة ضوء القمر، والظلال على الجليد، والألوان المختلفة لقوس نزح، ولجناح الفراشة، ولبقعة الزيت المتسخة على الطريق، ولكن سواء تناولنا ألوان الوردة، أو الفراشة، أو السديم، أو قوس قزح، فلابد للفلاسفة أن يعترفوا بأن في السموات والأرض أشياء تتجاوز فلسفتهم، وأن العالم ليس بالسهولة التي يرغبون فيها.

اساليب ذرية في التفكير:

هناك اختلاف آخر في المنهج، فالفيلسوف له أسلوب في التفكير في العالم أميل إلى الذرية،، فهو يميل لأن يرى العالم مجموعة من الأشياء المنفصلة، فالطبيعة مجموعة من الأحداث المنفصلة، والزمن مجموعة من اللحظات لكل منها مدة محدودة، والمكان مجموعة من المناطق كل منها له امتداد محدود، أما العالم من الناحية الأخرى، فيفكر بمصطلحات الاتصال، فهو يرى الطبيعة مسرحًا دائم التغير لا تتابعًا من القفزات، أو يراها عرضة سينمائيا لا سلسلة من. شرائح الفانوس السحري،

وعلى حين يفكر الفيلسوف في الزمن على أنه تتابع اللحظات محدودة، بصوره العالم كتيار دائم التدفق، فإن جاه إلى لحظات فكل منها لانهائية الصغر بحيث تكون الفترة الزمنية بين لحظتين متتابعين منعدمة، وهو نفس الحال مع المكان، فالفيلسوف يجزئه إلى مناطق صغيرة محدودة أما العالم فيجزئه إلى أجزاء لا نهائية الصغر أو نقط، والمسافة بين نقطتين أيضا منعدمة، وباختصار يميل الفيلسوف إلى التفكير بمصطلح ما يسميه عالم الرياضيات والتغيرات النهائية، «finite differences» على حين فكر العالم بمصطلح لانهائيات الصغر «infinitesimals».

لعل هذه الملاحظة الأخيرة لا تقوم فحسب بتلخيص الاختلاف في المنهج بل تقوم أيضًا بتوضيح منشئه، ويبدو أن هذا المنشأ له أصل تاريخي، لأن أساليب التفكير الفلسفي تبلورت من قبل أن يبتكر لايبنتس حساب التفاضل. أو يضع نيوتن نظرية التدفق Auxions ومع التقدم العلمي ومواجهته لمشاكل دائمة التجدد، اضطر العالم بحكم الظروف للتأقلم مع الأساليب الأحدث والأدق في التفكير وإلا فشل في هجومه، على حين أن الفيلسوف الذي استمر يعني بنفس المشاكل القديمة، لم تواجه هذه الضرورة برغم وجود استثناءات بالطبع، فكما نتوقع من لايبنتس مبتكر حساب التفاضل فقد أكد دائمًا على استمرار كل التغيرات في الطبيعة، وهو نفس ما فعله برجسون في تاريخ لاحق.

إن السؤال لا يتعلق بالشكليات وحدها، فهناك اعتقاد شائع بأن التغيير غير المستمر لابد أن يتحول إلى تغيير مستمر إذا جعلنا فترات عدم الاستمرار صغيرة لدرجة أن تتلاشى، وقد يصدق هذا في بعض النواحي

لكنه لا يصدق في غيرها، فمثلاً درجات السـلم مها جعلناها صغيرة فإنه لن يتحول أبدًا إلى مسـتوى مائل، فإذا وضعنا جسيمًا صغيرًا بدرجة كافية على السـلم فسيمكنه أن يسـتقر في موضعه دائمًا ولكنه سـينزلق إذا وضع على مسـتوى مائل، وإذا قمنا بطلاء السـلم فسـنحتاج دائمًا لكمية أكبر مما نحتاج لطلاء المسـتوى المائل، فإذا كانت زاوية ميله 45 سنحتاج إلى كمية مـن الطـلاء تزيد 41 % عن المسـتوى سـواء كانت الدرجـات صغيرة أم كبيرة، وبالمثل لا يتحول المنشار إلى سكين بأن نجعل أسنانه صغيرة صغرًا لا نهائيًا، فهما يقطعان الأشياء بعمليتين مختلفتين.

مثال آخر لهذا الأسـلوب الذري في التفكير وما يعقبه من نتائج، نجده في مفارقة Paradox أخرى مشـهورة لزينون، تخيل أن سـهم متحركة عند الموضـع (س) مـن المكان في اللحظـة (أ)، ويكون عنـد الموضع (ص) في اللحظـة التالية (ب) فإذا اعتبرنا الزمـن تتابعًا من لحظات منفصلة آ، ب، ج،..... فـلا بـد أن هنـاك مرحلة ننتقل فيهـا من اللحظـة (أ) إلى اللحظة (ب) وهـذه المرحلـة مشـتركة بـين اللحظتـين (أ) و(ب)، ولأنهـا تنتمي إلى (أ) فلابـد للسـهم وقتها أن يكـون عند (س)، ولأنهـا تنتمي إلى (ب) فلابد للسـهم أن يكون عند (ص)، ولكننا نعلم أنه من المسـتحيل للسـهم أن يتواجـد في موضعين مختلفـين (س) و(ص) في نفس الوقت، لهذا لابد أن (س) و(ص) همـا نفس الـشيء، وهذا يعني أنـه في المرحلة الزمنية من (أ) إلى (ب) لا يمكـن أن يكـون السـهم قد تحرك عـلى الإطلاق، وهكذا ادعى زينون أنه أثبت – وإن كان لسـانه داخل فمه – أن الحركة مسـتحيلة وأن التغـير وهـم، ولابد أن تكـون الحقيقة ثابتـة، وهو المبـدأ الذي قدمه

بارمينـدس «Parmenedes» معارضًـا مبـدأ **هيراقليطـس Heraclitus** القائل بأن «كل شيء يتغير».

عندمـا نترجم قضية زينون إلى لغة العلـم فلن يبقى منها شيء. فعندما تكـون الفترة بـين لحظتين متتابعتين منعدمة، لا يكـون هناك اعتبار لحركة السـهم خلال هذه الفترة لأنها تنعدم أيضًا، ولتفهم المشكلة لابد أن نعتبر أن حركة السـهم تتم خلال عدد لا نهائي مـن اللحظات، لأن ما يقل عن ذلك لن يعطينا فترة نهائية من الزمن والمسـافة التي يقطعها السهم في عدد لا نهائي من هذه اللحظات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا هي بالطبع = اللانهاية X الصفـر وهـو مقدار كما يعرف كل تلميذ قد يكـون صفرًا أو نهائيًا أو لا نهائيًا، وهكذا أمكننا البرهنة على إمكانية الحركة، وأعدنا للكون حريته في التغير.

عندما تقدم فلاسـفة عصر أحدث الدراسـة مشـاكل الحركة والتغير، فإن جانبًا كبيرًا من قضاياهم أفسـدته عادتهم في الإبقاء على تقسيم الزمن إلى لحظـات منفصلة، والتغير إلى أحداث منفصلة، وكأنهم لا يسـتطيعون أن يروا في الطريق الشـمالي الكبير (أو طريق السـفر) إلا علامات الطريق المتابعـة، فلم يتمكن **كانت**، أو **بريكلي**، مـن تفهم المبدأ العام للكميات لا نهائيـة الصغر، بل إن بريكلـى احتج بأنها: «قد اخترعت بغرض مسـايرة العقل الكسـول، الذي يفضل الاستسـلام للشـك المريح بدلاً من معاناة التوغل في اختبار عنيف للمبادئ التي اعتنقها دائمًا على أنها صادقة» ولأنه استمر دائمًا يؤمن بأن الوجـود هو كون الشيء مدركًا حسـيًا، فقد رفض ناقـمًا أن يقر بإمكان وجود الكميـات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا، والتي تبلغ

من الصغر حدًا لا يسمح بإدراكها حسيًا، أو بأن علماء الرياضة قد أمكنهم الانتفاع من تخيل وجودها برغم أنه غير حقيقي، وكان قاسيًا بالذات على أولئك الذين أكدوا أن هناك مقادير لا نهائية الصغر تتكون من مقادير لا نهائية الصغر، بدون أن يصلوا أبدًا إلى نهاية، حتى أنه وفقًا لهم، لا تحتوي البوصة على عدد لا نهائي من الأجزاء فحسب، بل لا نهاية من لا نهاية من لا نهاية إلى ما لا نهاية من الأجزاء...... ومهما فكر علماء الرياضة في التدفق flux ions أو حساب التفاضل وما يشبهه، فإن قليلاً من التفكير سيبين لهم أنهم عندما ينتهجون هذه السبل، فإنهم لا يدركون أو يتخيلون خطوطًا أو أسطحًا سوى تلك التي يمكن إدراكها حسيًا، وربما أطلقوا فعلاً على تلك الكميات الصغيرة وغير المحسوسة تقريبًا اسم لا نهائية الصغر، أو لا نهائية الصغر من لانهائية الصغر إن أعجبهم ولكن الأمر في جوهره لا يخرج عن كونها في الحقيقة نهائية، وحلول المشاكل لا تطلب افتراض شيء آخر.

السببية:

كانت النتائج مدمرة بالذات في تناول مشاكل السببية، فقد تصور كثير من الفلاسفة أن أحداث الطبيعة يمكن تقسيمها إلى أجزاء منفصلة، وأن هذه بدورها يمكن تجميعها في أزواج بحيث يرتبط كل حدثين بعلاقة السبب والنتيجة.

وعلى هذا الأساس المزيف، احتج (**كانت**) بأن غالبية الأسباب التي تعمل في الطبيعة تتزامن مع نتائجها، لأنه: «إذا لم يكن أمام السبب سوى لحظة واحدة قبل أن يتوقف فليس بإمكان النتيجة أن تنشأ» وهو يضرب

المثـل بحجـرة دافئة فهي دافئـة لأن نارًا (تشـتعل) بداخلها برغـم أنه كما تعرف أي خادمة فالسبب هو أن النار اكانت تشتعل، بداخلها.

ويـرى **كانـت**، أنـه إذا كان السـبب والنتيجـة متزامنـين في الحقيقـة، يصبـح مـن الصعب تمييز السـبب مـن النتيجـة في أي حدثـين مرتبطين، وإن كان يدعـى القـدرة عـلى التمييز بـين الاثنين من خـلال علاقة الزمن للصلـة الديناميكيـة لكليهما، ولنأخذ مثله الخاص، فـإذا وضعت كرة من الرصاص على وسـادة، فستكون دائمًا مصحوبة بتجويف في الوسادة، فإن وضعـت الكرة على الوسـادة فإن التجويف يتبع ذلك على السـطح الذي كان أملس من قبل ولكن إن كان بالوسادة لسبب أو لآخر تجويف - فهذا لا يتبعه أن يكون عليها كرة رصاصية.

وكان هيوم قد تقدم برأي آخر في السـببية، فقد اعتقد أن كل النتائج تتجاور في المكان مع أسبابها، وأيضا تتعاقب في الزمان، ولكن التجاور والتعاقب لا يكفيان بمفردهما لكي ندعي أن شيئين أو حدثين هما سبب ونتيجة، فلا بد أيضًا من وجود اقتران ثابت **constant conjunction**، أو بعبـارة أخـرى لابد أن نلاحـظ أن التجاور والتعاقب قـد تكررا في عـدد هائل من المـرات، إننا نتذكر أننا رأينا أنواع من الأشـياء نسـميها اللهب، وأحسسـنا بأنواع من الإحساسـات نسـميها السخونة، وفوق ذلك، نستدعى إلى العقل اقترانها الثابت في كل المرات الماضية، وبدون مزيـد مـن التعقيدات نسـمي أحدهمـا سـببًا، والآخر نتيجة ونسـتنتج أحدهمـا مـن الآخر، وهـذا أيضا غير مقنع مـن الناحيـة العملية، فمن ناحيـة لأن الحرارة كثيرًا ما تجرب بدون لهب، واللهب بدون إحسـاس

بالحرارة، ومن ناحية أخرى لأنه لا توجد وسيلة لكي نقرر أيها السبب وأيهـا النتيجـة، وفي الحقيقة الفعلية، فالحرارة غالبًـا تنتج لهبة، واللهب غالبًـا حـرارة، ولكن عندما تأتي إلى منزل يحترق، فليس من السـهل أن نحدد المصدر الأصلي للحريق إن كان الحرارة أو اللهب أو شيئًا يختلف عن كليهما.

ومـن الواضح أيضًـا أن الاقترانَ الثابت لحدثـين لا يعطينا الحق في أن نعزو لهما علاقة السبب – النتيجة على الإطلاق، فقد أتذكر أني رأيت قطار اسكتلندا كثيرًا يمر بمحطتي عندما **كانت** عقارب ساعتي تشير إلى الثانية عشرة، ولكن هذا لا يبرهن أن أحد الحدثين سبب للآخر، وقد نرى البدر كثيرًا عندما تكون السـماء صافية، ولا نراه أبدًا وهي ممتلئة بالغيوم، ولكن لا يجـب أن نسـتنتج أن البدر يجعل السـماء صافية (برغـم أن هناك خرافة شعبية تدعى هذا) أو أن السماء الصافية تجعل القمر بدرًا.

وكمثال لموقف من السببية أحدث وأكثر علمية، هناك التعريف الذي اقترحه **برتراند راسل** مؤخرًا:

«إذا أعطينـا حدثًـا (ح $_1$) فهنـاك حـدث (ح $_2$) وفـترة زمنية (ن)، بحيث إنه عندما يظهر (ح $_1$) فإن (ح $_2$) يتبعه بعد فترة (ن)، إلا أن الدراسـة العلمية تبين أنه حتى هذا التعريف ليس صحيحًا باعتبار الدقة التي يجب أن تتطلع إليها الفلسـفة، باسـتثناء الحالة الوحيدة الخاصـة التي يكون فيها (ح $_1$) هو حالـة العالم بأكمله في لحظة من الزمان و(ح $_2$) هو حالته بعد فترة من الزمن (ن)».

والحقيقـة العلمية هي أنه غير مسـموح بتناول علاقة السـببية بأي من هذه الأساليب، فهي كلها مبنية على تبسيطات لا تجوز لأمور العالم الفعلي المعقـدة، وهي في أحسـن الظـروف تجريـدات تقربنا مـن الحقيقة، وليس هنـاك مبرر علمي لتقسـيم أحداث العـالم إلى أحداث منفصلـة، فما بالك بافـتراض أنها تترابط في أزواج مثل لعبـة الدومينو، يكون فيها كل حدث سـببًا لما يليه وفي الوقت نفسـه نتيجة لما سـبقه، إن التغيرات في العالم أكثر اتصالاً في طبيعتها وأيضا أقرب تشـابكًا من أن تجعل عملية التقسـيم هذه صحيحة، وسـوف نرى هذا أوضح عندما نتناول النظرة العلمية للسـببية في الفصلين التاليين، وإن كان من المفيد أن نضرب لذلك مثلاً بسيطًا الآن في هذا الموضع.

لنفـرض أني أطلقـت النار على أحـد الطيور وأنه سـقط على الأرض، قـد يعتبر سـقوطه عـلى الأرض كما هـو واضـح نتيجة، ولكـن أين يجب علينـا البحث عن السـبب؟ برغـم أن قضية **(كانت)** تؤيـد العكس الذي ذكرنـاه منذ قليل فإن غالبية الناس سـيقولون إنه في جـذبي الزناد البندقية قبلهـا، ولكن هذا تبسـيط مبالـغ فيه للموقف، فكما هـو واضح، يجب أن نضيف إلى جذبي للزناد قيامي من قبل بتعمير البندقية خرطوشة، قد سبق لشخص ما أن وضع فيها مسحوقًا وطلقات في أماكن صحيحة وبمقادير صحيحة، وإني أيضًا صوبت السلاح في الاتجاه الصحيح، وجذبت الزناد في اللحظـة الصحيحة. بعد أن عينت بالضبط سرعة واتجاه طيران الطائر، وشدة واتجاه الرياح، وتأثير كل من مقاومة الهواء والجاذبية، ولعل الطلقة أصابـت هدفها عندما وجههـا في هذا الاتجاه المعـين، لأن منخفض جويًا

كان متمركزًا فوق أيسلندا قبلها بثلاثة أيام، قد تحرك شرقًا وتسبب في رياح جنوبية غربية، وهذا حدث لأنه قبلها بأسبوع كان هناك اعصار هاريكن في جزر الهند الغربية، وهكذا إلى ما لا نهاية، فأي نتيجة ترتبط بأحداث سابقة في سلسلة لا تنتهي من خيوط الأحداث، التي تلتقي جميعها عند النتيجة.

نرى من هذا مقدار السذاجة في افتراض أن كل أحداث العالم يمكن ترتيبها على أزواج تربطها علاقة السبب - النتيجة، فهذا قد يتضمن أن كل نتيجة لها سبب واحد فقط، وأن كل سبب له نتيجة واحدة فقط، فإذا افترضنا أن أحداث الطبيعة يحكمها قانون سببي فلابد أن نفترض أن سبب أي نتيجة هو الحالة السابقة للعالم ككل بحيث يكون لكل نتيجة عدد لا نهائي من الأسباب ويمكن لبعض هذه الأسباب أن يكون له تأثير طفيف لدرجة إهماله، في نجاحي في إصابة الطائر لن يعتمد بأي درجة ملحوظة على أن نجم الشعرى اليمانية في الطالع أو أني كسرت مرآة أو فرشت ملحًا، برغم أنه قد يعتمد على الدرجة التي طال بها سهري في الليلة السابقة.

وعندما نأخذ في اعتبارنا أي حدث، فليس من الضروري أن نعتبر كل الأحداث السابقة في تاريخ العالم أسبابة منفصلة، لأن نتائج الأحداث المتقدمة محسوبة بأثرها في الأحداث المتأخرة ولا داعي لأن نتناول الحدث مرتين أو أكثر، بل يكفينا أن نأخذ في الاعتبار مقطعًا عرضيًا عند أي لحظة معينة من الزمن، فإن حالة العالم عند هذه اللحظة - أو أي لحظة اختارها - ستقدم لنا السبب المناسب للنتيجة المأخوذة في الاعتبار، فعلى سبيل

المثـال، إذا اخترت اللحظة التي جذبت عندها الزناد لكي أطلق النار على الطائر، عند هذه اللحظة تكون حالة العالم من خرطوشة البندقية والرياح الجنوبية الغربية الشـديدة، ولا داعي لأن نشـغل أنفسـنا بالتساؤل: حول من عمر البندقية؟ أو ما سبب الرياح؟.

وحتـى المقطـع العـرضي الذي تختـاره لا يحتـاج لأن يمتـد خلال كل المـكان فالأقاليم البعيدة يمكـن تركها خارج الاعتبار تمامًـا، فليس هناك تأثير يسـتطيع الانتقال أسرع من الضوء، وهناك أجزاء من الكون سـتظل دائـمًا بعيدة لدرجة أن الضوء الـذي غادرها لحظة المقطع العرضي لم يصل إلينـا بعد، ومن الواضح أن الأحداث التي تجـرى في مثل هذه الأقاليم لا يمكن أن تؤثر في المجرى الحالي للأحداث عندنا.

ومـع ذلـك فهنـاك حالتـان خاصتان مـن المقاطـع العرضية لهـا أهمية خاصـة، فـأولا: يمكننا أن نأخـذ مقطعًا عرضيًـا عند بدايـة الزمان أو إن فضلنـا أن نسـميه، عند خلق العالم، فعندها نـرى أن كل شيء يحدث الآن هو نتيجة مباشرة للطريقة التي **كانت** ذرات العالم مرتبة عليها عند خلقها، وثانيًـا: يمكن أن ندفع مقطعنا العرضي إلى الأمام زمنًا بحيث يختلف عند اللحظة الجديدة بقدر لا نهائي من الضالة عن الحاضر، وعندها يمكننا أن نهمـل أجزاء الكون البعيدة عن متناولنا، سـنجد أن حالة الأشـياء في هذا المقطـع تعتمد فقط على حالة الأشـياء التـي كانت في متناولنـا في اللحظة السـابقة، وهذه النتيجة تذكرنا برأي (**كانت**) في السـببية، وهو رأي ضيق جدًا، ولكن العلم لا يجد داعيًا لتقييد نفسـه بهذا الرأي، ولا حتى الرجل العادي الذي سيظل مصرًا على أن كلبه مات اليوم لأنه تناول سمًا بالأمس.

الفصل الرابع

مرور العصر الميكانيكي
(من نيوتن إلى ألبرت أينشتاين)

الميكانيكا قبل نيوتن:

كانت المحاولات الأولى لاكتشاف الخط الذي تجرى عليه أحداث العالم محدودة بالقدر الذي تسمح به رؤية الأشياء في تحركاتها، إما على مستوى المقاييس الإنسانية أو على المستوى الأكبر بكثير في الفلك، وهذه الحركات هي الوحيدة التي يمكن دراستها بدون الاستعانة بالأدوات والأجهزة.

لقد عوملت حركات الأجرام الفلكية من الناحية الهندسية فقط، كانت النجوم الثابتة يندر أن تخضع للمناقشة لأنها بدت لا تتحرك باستثناء دورانها اليومي حول القطب، ويرجع هذا لبعدها الهائل عن الأرض، ولكنهم فسروا ذلك بتصور أنها مثبته في كرة تدور حول الأرض التي تعد مركزًا لها.

أما عن القمر والشمس، والكواكب، فقد تتابع الفلكيون أرسطرخس. فبطليموس فكوبرنيك فكبلر، ليبحثوا عن المسارات التي تسلكها هذه الأجرام، ولكنهم لم يعنوا بهذا السؤال وهو لماذا تسلك الأجرام هذه المسارات المعينة بالذات ولا تسلك سواها؟ لقد أعلن **أرسطو** أن الحركة الدائرية طبيعية لكل الأجسام لأن الدائرة هي الشكل الهندسي الكامل وبدا كأن هذه الجملة كنت حب الاستطلاع لما يقرب من ألفي عام، وتقبلها كوبرنيك بغير نقد،. وحتى **جاليليو** تقبلها لفترة من الزمن.

أما الأجسام الأرضية فقد حاولوا تفسير حركاتها بما نسميه الآن اصطلاحات ديناميكية فتخيل أوائل المفكرين اليونان أن حركة كل شيء محكومة بميل فطري في الشيء ليجد «موضعه الطبيعي» في العالم، فالحجر

يغطس في الماء لأن الموضع الطبيعي للأحجار وباطن المجرى، واللهب يتصاعد في الهواء لأن موضعه الطبيعي هو في السماء وهكذا، وفسر **أرسطو** هذا بافتراض أن الأجسام لها درجات مختلفة من الثقل والخفة، وأن الترتيب الطبيعي للعالم هو الترتيب وفقًا للثقل فالأجسام الثقيلة تتخذ مواضعها إلى أسفل والخفيفة فوقها، مثل طبقات الزيت والماء، وظل هذا الرأي سائدًا حتى عارضه **جوردانو برونو** (1548 - 1600) موضحًا أن الثقل والخفة اصطلاحات نسبية فليس للأشياء إذن مواضع طبيعية في الكون.

لقد تبين بالتأكيد أن هناك أشياء عديدة لا تحتل مواضعها الطبيعية، ولابد أن هناك تفسيرًا لذلك، ففكر **أرسطو** أن الجسم يمكن أن يبقى بعيدًا عن موضعه الطبيعي باتصاله المستمر بجسم آخر مثل يد تمسك به أو منضدة يوضع عليها، ولا يمكن أن يتحرك إلا بضغط من جسم آخر وهذا الاتصال يجب أن يستمر طوال حركته، فمثلاً عندما نقذف بحجر إلى أعلى فإن الهواء المحيط به يبدأ هو الآخر في التحرك ويضغط على المقذوف خلال طيرانه فيمنعه من العودة إلى موضعه الطبيعي على الأرض، وفكر **هيبارخوس** (حوالى 140 ق.م) في حل آخر، هو أن الجسم يبدأ في الحركة باستقباله ودفعة، من جسم آخر، وهذه الدفعة تبقى في الجسم المتحرك لفترة ما، ولكنها تضعف تدريجيًا حتى تتلاشى في النهاية، حتى أن الجسم المتحرك يبطئ من سرعته حتى يصل في النهاية إلى السكون.

من الطبيعي أن تسود هذه الآراء لأنها تتفق مع السلوك الفعلي للأجسام التي تتحرك على سطح الأرض، فكل جسم متحرك عليها يبطئ تدريجيًا حتى ينتهي إلى السكون، فلو لم يفعل ذلك لكان الة دائمة الحركة، وهو

أمر أجمعوا على استحالته، وبالفعل وصفه **أرسطو** بالبطلان واستخدمه في مناقشة انتهت بها فرض أنه العودة إلى اللا شيء reductio ad absurdum، أما السبب الحقيقي في إبطاء الجسم فلم يكن كما خمن **هيبارخوس** بل هو مقاومة الهواء والاحتكاك وغير ذلك من القوى المبددة.

ويبدو أن أول من لمح الحقيقة كان بلوتارخ المائة الاولى الميلادية كتب: «كل شيء ينتقل بفعل الحركة الطبيعية بداخله، ما لم ينحرف بها شيء آخر» وبخلاف ذلك لم يخمن أحد من القدماء أن الجسم المنطلق في الفضاء الخالي، أو في أي منطقة لا تعمل فيها القوى المبددة لن يبطئ إطلاقًا، بل سيعمل بالفعل كالة دائمة الحركة، وسيستمر في حركته إما إلى الأبد أو حتى بحمله شيء خارجي على السكون.

نجد الفكرة حول إمكان حدوث ذلك في كتابات الفيلسوف **نيقولاس القوساوي** (1401 - 1464) فقد اعتقد نيقولاس أن الأرض تتحرك باستمرار خلال الفضاء بدون أن ندرك ذلك - تمامًا كالسفينة التي تنساب فوق النهر بدون أن يعرف راكبوها أنهم يتحركون، إلى أن يلاحظوا ابتعاد الضفتين عنهما - وتقبل المبدأ الفيثاغوري القائل بأن الأرض تدور باستمرار حول محورها مرة كل 24 ساعة، بل إنه لاحظ أن الكرة الملساء التي تدفع للحركة على أرضية ملساء تستمر في الحركة حتى يوقفها شيء، وإلى هنا فأقواله سليمة ولكن تفسيراته خاطئة، فقد افترض أن الحركة تستمر لأن كل جسيم من الكرة يميل إلى الاحتفاظ بحركته الطبيعية الدائرية حول مركز الكرة مبدئيًا ملاحظته بأن الكرة التي لا تكون تامة الاستدارة لا تستمر في حركتها.

وبعـد ذلك رأى **جاليليـو** أن النتيجة الأولية للتأثـيرات الخارجية على الجسـم هي تغيير حركته أما التغيير في موضعـه فنتيجة ثانوية، وعلى ذلك فالجسم الذي لا يؤثر عليه أي مؤثر خارجي يمضي في حركته بدون تغيير، أي يستمر بنفس السرعة المنتظمة إلى الأبد، كما سبق أن قال نيقولاس.

ولعـل **ديـكارت** كان أول من أعلـن هذا المبدأ بوضوح تـام عندما كتب «الجسم عندما يكون ساكنًا فله القدرة على أن يستمر في السكون وفي مقاومة كل الأشـياء التي قد تجعلـه يتغير وبنفس الطريقة عندما يكـون متحركًا فله القدرة على الاستمرار في الحركة بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه».

وكان **ديـكارت** أيضًا هو أول من حـاول إدماج كل ظواهر الفيزياء في نظـام موحد مـن القوانين، على الأقل منذ انتهاء عهـد التأمل اليوناني، ولم يكـن نظامـه ديناميكيًا بل كان ميكانيكيًا فهو قد حـاول أن يفسر الظواهر بمصطلحات الحركة لا القوى.

"لا أقبل اي قوانين في الفيزياء غير تلك التي في الهندسـة والرياضيات المجـردة، لأن كل الظواهـر في الطبيعة يمكن تفسـيرها من خلالها» ولكن هذا النظام كان في أغلبه خاطئ.

وفي مقابلـة ذلـك، كان النظـام الـذي نـشره **نيوتـن** سـنة 1687 تحت عنوان «المبادئ الرياضية للفلسـفة الطبيعيـة» Principia Mathematica Philosophia Naturali في جوهـره ديناميكيًـا صرفًا، ولمن لم يكن صدقه في الطبيعة كاملاً، فقد كان على الأقل صادقًا بما يكفي لانقضاء مائتي عام قبل أن تكشف عيوبه عن نفسها.

ميكانيكا نيوتن

اعتبر **نيوتن** أن العالم المادي هو مجموعة من الجسيمات أو قطع من المادة، وكل واحدة منها إما أن تكون ساكنة أو متحركة خلال الفضاء، فإن كان الجسيم ساكنًا يبقى على سكونه، وإن كان متحركًا يستمر في حركته - بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه - مالم تتدخل قوى لتغير حالة السكون أو الحركة وهذا هو القانون الأول، وبذلك صارت الحركة الدائمة هي الحالة العادية للجسم المتحرك مالم يتدخل شيء يغيرها.

وفسرت القوى على أساس تأثيراتها التي تغير الحركة، فالقوة تقاس بمقدار التغير الذي تحدثه في سرعة الجسم الذي تعمل عليه مضروبًا في كتلة الجسم (القانون الثاني **لنيوتن**). وهنا لا يعني اصطلاح (السرعة ع) ما نفهمه بالسرعة العادية وحدها، بل يدخل في الاعتبار اتجاه الحركة، وعلى هذا فإننا نفترض أن تغيرًا في السرعة قد حدث إذا غير جسم من اتجاه حركته، حتى إذا استمر يتحرك بنفس السرعة - وهذا ما يحدث لحركة القمر حول الأرض، فالقوة التي تتسبب في تغير سرعته هي بالتأكيد قوة جاذبية الأرض.

وأضاف **نيوتن** إلى ذلك أنه عندما يؤثر جسم (أ) بقوة معينة على جسم آخر (ب)، فإن (ب) يؤثر على (أ) بقوة مساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه (القانون الثالث **لنيوتن**).

كان النظام الميكانيكي **لنيوتن** أفضل من كل ما تقدمه إلى درجة لا تسمح بالمقارنة، ويرجع ذلك إلى سببين: أولهما أنه أسس على نتائج التجارب التي أجراها **جاليليو** وغيره، على حين اعتمدت النظم السابقة

على الحدس والتخمين، وثانيهما أنه تحرر من الاهتمام الخاص بالظروف السائدة على سطح الأرض وأمكنه بذلك أن يهيئ أساسًا لصرح علم الفلك الديناميكي الذي شيد عليه - فقد قدم ديناميكا تصلح للسماء مثلما تصلح للأرض، وعلى أهميته كان مجرد خطوة نحو الحقيقة النهائية، لأنه يتضمن افتراض أن الأجسام تتحرك في خلفية من الزمان والمكان المطلقين، وعندما أتت نظرية النسبية بعد ذلك بمائتين وثلاثين عامًا أوضحت أن الطبيعة لا تهيء مثل تلك الخلفية، وبعدها بعشر سنوات أوضحت **نظرية الكم** أن قوانين **نيوتن** تكون صحيحة فقط إذا طبقناها على المستوى الكبير لظواهر الطبيعة، ووراء ذلك يقوم عالم بأسره من العمليات الذرية وتحت الذرية لا تخضع لقوانين **نيوتن** على الإطلاق.

الحتمية الميكانيكية:

أتي هذا النظام الميكانيكي ليلقي بمشكلة الجبرية (الحتمية) في بؤرة المناقشة وهي المشكلة التي لمسناها في نهاية الفصل السابق، فوفقًا لقوانين **نيوتن** يتعرض أي جسيم في العالم (أ) لقوى تؤثر فيه من الجسيمات الأخرى في العالم (ب)، (ج)، (د) بعضها أوكلها، هذه القوي قد يكون مصدرها جسيمات متلامسة، كما يحدث عندما تتصادم كرتا بلياردو، أو جسيمات تؤثر من بعد عن طريق التجاذب، مثلاً يتسبب القمر والشمس في المد والجزر في المحيطات، وفي كلتا الحالتين يعتمد مقدار القوة المؤثرة في أي لحظة على مواضع الجسيمات المختلفة في العالم من المكان عند تلك اللحظة.

ونتيجة ذلك أن التغيرات التي تحدث في العالم عند أي لحظة تعتمد فقط على حالة العالم عند تلك اللحظة والحالة تحدد بمواضع وسرعات

الجسيمات، فتغيرات المواضع تحددها السرعات وتغيرات السرعات تحددها القوى، والقوى بدورها محددة بالمواضع.

فإن أمكننا أن نعرف حالة العالم عند أي لحظة، فمن الممكن من حيث المبدأ أن نحسب بأدق التفاصيل السلوك والمعدل الذي سوف تتغير به هذه الحالة، فإذا عرفنا هذا يمكننا أن نحسب الحالة في اللحظة التالية ثم نعتمد على ذلك كمرحلة انتقالية فنحسب الحالة في لحظة بعدها وهكذا بغير حدود.

أو كما أوضح **لابلاس** في كتابه «**مقالة في الاحتمالات**» سنة 1812 فإن الحالة الحاضرة للعالم يمكن اعتبارها نتيجة لحالة سابقة وسببًا لحالة تالية.

وأضاف إلى ذلك أنه لو عرفت حالة العالم وقت خلقه بأدق تفاصيلها، وأعطيناها لعالم رياضيات بالغ القدرة والمثابرة، ففي استطاعته أن يستخلص كل تاريخ المستقبل «**فبالنسبة له لن يكون هناك شيء غير محدد، فالمستقبل والماضي كلاهما سيصبحان حاضرا أمام عينيه**».

وبالرغم من عدم وجود مثل هذا العالم، فالخلاصة هي أن كل مستقبل العالم متضمن في هيئته عند خلقه، وما نسميه تطورًا ما هو إلا كشف لما هو: موجود بالفعل، ونحن لا نملك إلا قدرة ضئيلة لتغيير نسق الأمور القادمة، وكأننا كمن ينسج سجادة على النول وقد أعد رسمها من قبل أو كمن يبسط سجادة ملفوفة لفحصها.

وإذا تحدثنا عن السببية عند **كانت**، أو «الاقتران الثابت» عند **هيوم** فالأمر لا يتجاوز مجرد اختلاف في الألفاظ لأنه إذا كان النسق في العالم

أن (أ) يعقبها دائمًا (ب) فمن ذا الذي يعنيه الفارق بين قولنا إن (أ) هو السبب الثابت ل (ب)، أو إن (ب) هي النتيجة الثابتة لـ (أ) إن السبب الحقيقي الذي لا خلاف عليه للأشياء جميعها هو الترتيب الذي **كانت** عليه جسيمات العالم عند بدء الزمان، ففي لغة الدين القويم يصح القول بأن الإله قدر كل الأشياء سلفا عند خلقه للعالم وفي لغة العلم يصح بنفس الدرجة القول بأن سبب كل الأشياء يكمن في ترتيب جسيمات العالم عند أي لحظة ماضية من تاريخه وكل اللحظات تصلح لذلك - ولتكن لحظة خلق العالم فكل ما يهم هو ترتيب الجسيمات وليس الذي رتبها.

مبادئ عامة:

ربما تحتاج لعالم الرياضيات الذي ذكره **لابلاس** بما له من المثابرة والمهارة اللانهائيتين لتتبع مستقبل كل جسم في الكون، أما عالم الرياضيات العادي فقد أمكنه أن يكتسب قدرا من المعرفة البسيطة والهامة عن حركات الجسيمات عامة. تعرف بطاقة الحركة، لجسم متحرك على أنها 1/ 2 كتلته مضروبة في مربع سرعته (1/ 2 ك ع 2) وهذه هي كمية الشغل الذي يبذل لتحريك الجسم بالسرعة ع، وعندما يؤثر جسيمان أو أكثر في حركات بعضهم بأي طريقة، فإن حاصل الطاقة الكلية يظل ثابتا، فإذا لم يؤخذ في الاعتبار غير طاقة الحركة، فإن طاقة الحركة الكلية لجميع الأجسام تظل ثابتة طوال التأثير.

ونعود ثانية لنقول إن (كمية حركة) جسم متحرك تعرف بأنها حاصل ضرب كتلته في سرعة حركته (ك ع)، وعندما يؤثر جسمان في بعضها تتغير كمية حركة كل منهما، فإذا **كانت** الحركة تقتصر على اتجاه واحد في المكان،

يمكن إظهار أن اكتساب كمية حركة لأحدهما هو خسارة للآخر بنفس المقدار، بحيث تظل كمية الحركة الكلية ثابتة، أما إذا لم تقتصر الحركة على اتجاه واحد في المكان فسيكون الوضع أكثر تعقيدًا فلابد أن نتخير ثلاثة اتجاهات متعامدة على بعضها مثل الجنوب - الشمال - الغرب - الشرق، تحت - فوق، وهذا يجزئ حركة كل جسم إلى مكوناتها من الحركة في كل من الاتجاهات الثلاثة على حدة، فتعرف كمية الحركة للجسم في اتجاه الغرب - الشرق مثلاً بأنها كتلته مضروبة في السرعة التي يتحرك بها من الغرب إلى الشرق، وهكذا، ويمكننا أن نبين أن كمية الحركة الكلية في أي من الاتجاهات الثلاثة للجسم بمفرده لن تتغير، وإذا اخترنا أي اتجاه آخر في المكان فستكون النتيجة صحيحة أيضًا.

ومهما كانت الطريقة التي يتحرك بها عدد من الأجسام، فإن حركتها ستخضع للمبادئ العامة التي ذكرناها، فإن كانت الأجسام مكونة من طبيعة بسيطة فهذه المبادئ تقدم لنا حلاً شاملاً، بدون أن يدخل في الاعتبار حركة مكوناتها الجزئية.

لنفرض مثلاً أن شاحنة فارغة تزن خمسة أطنان تجري بسرعة 5 أميال/ الساعة تقترب من شاحنة أخرى ساكنة وزنها عشرون طنًا، ولنفرض أنها مزودان بجهاز ربط أوتوماتيكي من النوع الأمريكي الذي يهيئ لها أن تتشابكًا عند اصطدامها، وبعدها تسيران بسرعة واحدة، فما مقدار هذه السرعة؟

نلاحظ أن كمية الحركة للاثنين بعد الاصطدام لابد أن تساوي تمامًا كمية الحركة قبلها، بحيث يوزع مقدار كمية الحركة التي كانت لدى

الشـاحنة التـي تزن خمسـة أطنان على خمسـة وعشريـن طنًـا، ولذلك فإن الخمـس والعشرين طنًا سـتتحرك بما يسـاوي 1/ 5 سرعة الشـاحنة ذات الخمسة أطنان، فالشاحنتان ستسيران معًا بسرعة ميل واحد / الساعة.

أما إذا لم يتوفر جهاز الربط الأوتوماتيكي، فإن المشكلة ستتعقد قليلاً، فالشاحنتان سـتتباعدان بعد الاصطدام، وستتحركان بسرعتين مختلفتين، وبما أنه علينا إيجاد قيمة السرعتين المختلفتين بعد الاصطدام، فسـنضع في اعتبارنـا عاملين، الأول افتراض أنه ليسـت هناك طاقة تدخل في الاعتبار سـوى طاقـة حركة الشـاحنتين، والثـاني هو أن طاقـة الحركـة الكلية بعد الاصطـدام تكون مسـاوية لما قبله، وباسـتخدام هاتـين العلاقتين نجد أن الشـاحنة المحملة سـتتحرك للأمام بسرعة ميلين/ السـاعة، وأما الفارغة فسترتد للخلف وتتحرك بسرعة ثلاثة أميال/ الساعة.

معادلات الحركة:

ليس في وسـعنا أن نحل المشاكل الأكثر تعقيدًا بهذا الأسلوب المبسط، ولكنا نملك مناهج أخرى مشابهة سنحاول أن نضرب لها أبسط الأمثلة.

في لعبة البلياردو، تتحرك ثلاث كرات على سـطح خشـن محدد ببطانة جافـة مطاطـة، وتتحـرك الكـرات بتأثـير دفعـة شيء خارجي هـو عصا البليـاردو، وربـما أمكن تتبع حركاتهـا إذا عاملنا كل كـرة على أنها عدد لا نهائي من الجسيمات الدقيقة، فنبدأ بحساب كيفية جذب أو دفع كل جسيم لجاره، وبعدها نحسـب الحركة الناتجة في الكرة ككل وهذا بالفعل ما يجب أن نقوم به إذا اقتصرنا على اسـتعمال قوانين **نيوتن** في صورتها البدائية التي

نشرت بها أصلاً ومثل هذه المشكلة قد يتصدى لها عالم الرياضيات الذي اقترحه **لابلاس** بماله من صبر لا يحد، ولكنها لا تصلح للبشر الفانين، فأعمارهم أقصر من ذلك بكثير، ولا غنى لهم عن مناهج أخرى.

يمكن تحديد موضع أي كرة على سطح المنضدة بقياسين، هما البعدان بين مركز الكرة وبين حافتين للمنضدة إحداهما على الجانب الطويل والأخرى على الجانب القصير ومثل هذه القياسات تسمى (إحداثيات) وبذلك يمكن تحديد وضع الكرات الثلاث كلها باستعمال سنة إحداثيات.

وهذا لا يضع في الاعتبار أي حركة لولبية أو دورانية قد تسلكها الكرات، ويمكننا أيضا أن نحدد توجيه أي كرة بمعرفة قيمة ثلاث زوايا يمكن بدورها أن تعتبر احداثيات وإن كانت من نوع مختلف قليلاً، وبهذا نرى أن مواضع الكرات ككل، ومواضع كل الجسيمات في الكرات يمكن تحديدها بمعرفة مقادير خمسة عشر إحداثيًا، ستة منها تقيس الموضع، وتسعة تقيس التوجيه، فإذا عرفنا زيادة على ذلك المعدل الذي يزيد به كل إحداثي، أصبح لدينا خمس عشرة كمية جديدة تقدم لنا معرفة شاملة عن حركة كل جسم في الكرات، وهذه الكميات الثلاثون تحدد حالة الكرات الثلاث تمامًا.

وهكذا فإن كل المعرفة التي يطلبها عالم **لابلاس** الرياضي للتنبؤ بمستقبل حركة العدد اللانهائي من الجسيمات في الكرات الثلاث متضمنة في قيم ثلاثين كمية: خمسة عشر إحداثيًا وخمسة عشر معدلاً لتغيرها، وكل المعلومات التي يمكنه أن يقدمها لنا عن حالة الكرات عند أي لحظة مستقبلة، تتضمنها قيم هذه الكميات الثلاثين نفسها عند تلك اللحظة المستقبلة.

توجد فواصل حادة تمكننا من الانتقال من قيم هذه الكميات الثلاثين عنـد لحظة معينة إلى قيمها عند لحظة تالية، بدون أن نشـغل بالنا بحركات المكونات الجزئية للكرات، وهناك مناهج مشابهة تسمح بتتبع حركات أي نظـام ميكانيكي، وتظهر القواعد اللازمة لها في صورة رياضية وتعرف ب (معـادلات الحركة) هذه المجموعات من المعادلات، وضعها في أشـكال مختلفة عدد من الرياضيين أبرزهم **موبرتيوس ولاجرانج وهاملتون**

Maupertius, Lagrange, Hamilton

ولعل معادلات هاملتون هي الأدعى للاهتمام، وهي تظهر على شكل ثنائيات فكل إحداثي له ثنائي، وصورة كل ثنائي تظل كما هي بغض النظر عن كون الإحداثي يمثل مسافة أو زاوية أو شيء آخر، وهذه الصورة من معـادلات الحركة تعـرف بالصورة الفيصليـة أو التلامسـية Canonical وفي إمكاننا أن نكشـف جانبًا مما تعنيه هذه المعادلات بتناول حالة بسـيطة ولتكـن حركة جسـم في خط مسـتقيم، فنحـن نعرف كمية حركة الجسـم المتحرك على أنها سرعة حركته مضروبة في كتلته، وهنا يخبرنا قانون **نيوتن** الثـاني أن كمية حركته تزيد بمعدل مسـاو للقوة المؤثرة على الجسـم وهذه العبارات يمكن صياغتها في المعادلات الاتية:

الكتلة x السرعة = كمية الحركة

معدل زيادة كمية الحركة = القوة:

وكل ثنائـي من المعادلات **الهاملتونية** ما هـو إلا تعميم لهذا الثنائي من المعـادلات، فالطـرف الأول مـن الثنائـي يدلنا على العلاقـة بين سرعات

الأجسام (أو بمعنى أعم معدلات تزايد الإحداثيات) وبعض الكميات التي توصف بكميات الحركة، على حين تحدثنا الطرف الثاني عن معدل زيادة كميات الحركة المذكورة في صورة القوة، وهذه القوى تشمل أيضًا ما يسمى عادة بالقوى الطاردة المركزية - وهذه المعادلة الثانية هي تعميم لقانون نيوتن الثاني للحركة.

الميكانيكا الكلاسيكية

حتى الآن مضينا في تخيلنا بأن كل الطاقة وكل كمية التحرك الموجودة في العالم تكمن في حركة الجهات المادية، وعندما تتحرك هذه الجسيمات يمكننا على ضوء قوانين نيوتن أن نبين أن طاقة الحركة لأي مجموعة من الجسيمات ستحتفظ بقيمة ثابتة خلال التغيرات التي تحدث في حركة الجسيمات منفردة، بشرط ألا تؤثر عليها قوى خارجية، وهذا هو قانون «بقاء الطاقة» في أبسط صوره ويصدق أيضًا على كمية الحركة الكلية في أي اتجاه في المكان وهذا هو قانون «بقاء كمية الحركة»

ولكن عندما نأخذ في الاعتبار الجاذبية والتفاعلات الكيميائية والإشعاع والكهرباء والمغناطيسية فلن تظل الطاقة الكلية ولا كمية الحركة الكلية ثابتة.

وفي استطاعتنا أن نزيد الطاقة التي تتحرك بها سيارة بجعلها تنحدر من مرتفع أو بإحراق بعض الوقود في خزانها، وليس في إمكاننا بالتأكيد أن نستمر في ذلك بغير حدود، فبعد فترة ستهبط السيارة إلى مستوى سطح

البحـر أو يفـرغ الخزان، وهـذا يدفعنـا إلى تصوير الارتفاع فوق مسـتوى سطح البحر والبترول في خزان السيارة على أنهما مستودعان للطاقة يمكن من خلالهما زيادة طاقة السيارة إلى أن يستهلكا.

ولكي تكون لدينا صورة متكاملة، نفترض أن الطاقة يمكن تخزينها في عدة أشـكال مثل الثقل المرفوع في سـاعة الحائط، أو زنبرك ساعة اليد، أو المـواد الكيماوية المسـتخدمة في المركم الكهـربي، أو الفحم الذي نحرقه في الغلايات، أو البترول الذي نحرقه في سياراتنا، وبإدخال بعض الكميات المعينـة للطاقة وكميـة الحركة في الجاذبيـة والطاقة الكيمياويـة والكهرباء والمغنطيسـية والإشـعاع، وجد فيزيائيو القرن التاسع عشر أنه من الممكن تعريف الطاقة وكمية الحركة بما يجعلها باقيتين أو على الأقل تبدوان كذلك ووجـد أنه من الممكن التوسـع في الميكانيـكا النيوتونية بهـذه الطريقة وما يشبهها لدرجة أنه أمكن تطبيقها على مدى مائل من الظواهر كلها - وهي آمال لم يقدر لها أن تتحقق كما سنرى فيها بعد.

هذا التوسـع لميكانيـكا **نيوتن** يسـمى عامة وبالميكانيكا الكلاسـيكية، ونحـن هنـا لا نتناولهـا إلا فيما يتصـل باهتمامنا الفلسـفي العـام، ولذلك نحتاج في هذا الموضع إلى أن نعود لهذا المثال المحدد.

لنفرض أننا رجعنا إلى منضدة البليارد التي تحدثنا عنها سـابقًا فوجدناها قـد تعقـدت في غيابنـا، كانـت المنضـدة الأصلية مهيئـة لتوضيـح ميكانيكا **نيوتـن**، أما المنضدة الجديـدة فمهيئة لتوضيح الميكانيكا الكلاسـيكية الأكثر تعقيـدًا، لقد وضع بعضهـم مغناطيسـات بداخل الكـرات، وأيضًا بداخل بطانة المنضدة، وأعد أسـلاكًا كهربية تخلل أرضية المنضدة، وجهز بطاريات

ومفاتيـح ليولد تيارات كهربيـة ويتحكم فيها، فلو أردنا أن نصف حالة هذا النظـام بأكمله سـنحتاج بالتأكيد إلى مـا يزيد على إحداثياتنـا الخمس عشرة الأصليـة وتؤكد لنا الميكانيكا الكلاسـيكية أنـه يكفينا لذلك عدد محدود من الإحداثيات وأكثر من ذلك تزودنا بمعادلات حركة الإحداثيات الجديدة.

وأغـرب ما في الموضـوع أن هذه المعـادلات الحركية الجديدة مشـابهة جـدًا في صورتهـا للمعـادلات الأساسـية البسـيطة في ميكانيـكا نيوتـن، وتظهـر نفس الرمـوز القديمة في المعـادلات الجديدة وتدخـل فيها بنفس الأسـلوب برغم أن لها بالتأكيد معاني مختلفـة، ونتيجة ذلك أن المعادلات الجديدة تسـمح بنفس النوع من التنبـؤات العامة مثل المعادلات القديمة، وفي كل ثنائـي أسـاس من المعـادلات القديمة، وفي كل ثنائي أسـاسي من المعـادلات الهاملتونيـة تخبرنا إحـدى المعادلتين بأن كميـة الحركة المرتبطة بإحداثـي واحـد تتزايد قيمتها بمعدل مسـار للقوة التـي تعمل على زيادة هـذا الإحداثي، في حين تحدد المعادلـة الأخرى معدل تغير هذا الإحداثي بدلالة كميات الحركة المختلفة.

وهذا التشـابه في التنبـؤ يوضح أن الميكانيكا الكلاسـيكية في مفهومها الأسـاسي نيوتونيـة، وأنـه مـازال مـن الممكـن تصـور الطبيعية عـلى أنها جسيمات تتدافع وتتجاذب بتأثير القوى.

التأثير على بعد:

بمجـرد أن نـشرع في وضـع صـورة مفصلـة للدفـع والجـذب تبـدأ الصعوبات في الظهـور فعندما تتصادم بمليون كرة وتبدأ كلها في الحركة، يسـهل علينـا أن نتخيل أنـه في طرف كل كرة يوجد أحد الجسـيمات، وأن

هذا الجسم بدفع جسمًا آخر في طرف كرة أخرى، وبذلك تنتقل القوة من كرة لأخرى.

إن مفهوم **نيوتن** عن القوة يسهل علينا أن نصنع صورة محددة مثالية توضح ما يحدث في مثل هذه الحالة ولكن الأمر ليس بنفس السهولة في نصور ما يحدث عندما يتشبب القمر في المد والجزر أو عندما تحتفظ الشمس بالأرض في مدارها، لقد حدد قانون **نيوتن** للجاذبية ومقدار والقوة المؤثرة بين جسمين كالشمس والأرض، ولكنه لم يشرح لنا طبيعة القوة، ولا كيفية عملها من خلال الفضاء الممتد الذي يبدو خاليا، كيف يمكن للقمر أن يحرك مياه المحيطات بدون سلسلة من الاتصالات المستمرة بين القمر والأرض على هيئة حزمة من الخيوط أو المطاطات أو بدون سائل ينقل الضغط أو التوتر المستمر؟ أليس من حقنا أن نتساءل: ما الذي يقوم في الحقيقة بدور الخيوط والمطاطات أو السوائل؟

طرح **نيوتن** ومعاصروه مثل هذه الأسئلة فقد كانوا عامة يشعرون بضرورة الإجابة عليها قبل أن يتقبلوا نظرية **نيوتن** في الجاذبية، وفي خطاب شهير أرسله **نيوتن** إلى **بنتلي** Bently كتب يقول: «لست أصدق أن المادة الخالية من الحياة أو الإدراك يمكنها أن تعمل أو تؤثر على مادة أخرى بدون وساطة شيء غير مادي وبدون اتصال ثنائي.... ولا أن الجاذبية كامنة في المادة، وفطرية وجوهرية بالنسبة لها، لدرجة أن جسمها ما يؤثر في جسم آخر على بعد منه، ومن خلال فراغ، إن هذا بالنسبة لي أمر سخيف جدًا حتى أني لا أصدق أن إنسانًا أوتي ملكة مؤهلة للتفكير في المسائل الفلسفية يمكن أن يقع فيه».

وبقى السؤال بدون إجابة حتى جاء **ألبرت أينشتاين** بنظرية النسبية العامة سنة 1915 وأوضح أنه من المحتمل ألا توجد إجابة أو حاجة إلى إجابة.

رأينا فما سبق أن المكان ثلاثي الأبعاد لا يهيئ هيكلاً مناسبًا كي تمثل عليه حركة الأشياء، فعندما يكون عدد من الأشياء في حالة سكون، يمكن أن تمثل علاقاتها المكانية في متصل ذي ثلاثة أبعاد، وهذا الترتيب إذا أعد بدقة سيكون متكاملاً مع نفسه، ومفهومًا،، وسيسمح لنا بتمثيل كل العلاقات المكانية الأشياء وليس مجرد بعضها - في ترتيب واحد، ولكن وجد أن مثل هذا الترتيب لا يكون مناسبًا إذا **كانت** الأشياء تتحرك بسرعة ولا يمكنه أن يمثل كافة الحقائق التي تعرفها بالمشاهدة ولابد لنا أن نضيف بعدًا رابعًا من طبيعة الزمان العامة إلى الأبعاد الثلاثة للمكان البسيط ونتيجة ذلك هي المتصل رباعي الأبعاد الذي وصفناه على أنه وحدة المكان -- الزمان وعندما لا يجوز القول بأن بعدًا معينًا يمثل الزمان وأن الثلاثة الآخرين يمثلون المكان، فإن المتصل رباعي الأبعاد يعتبر كلاً لا يتجزأ ولابد من معاملته على أنه وحدة، ومن الممكن أن تأخذ أي اتجاه من الاتجاهات المختلفة مثل الزمان، وسيؤدي دوره بكفاءة بالنسبة المشاهد يتحرك بالسرعة الملائمة في المكان.

هذا المتصل رباعي الأبعاد، الذي كونه اندماج المكان والزمان اندماجًا تامًا يختلف عن أي منها في حاله المنفردة، وهو يهيئ أنسب هيكل يصلح لمناقشة ظاهرة الجاذبية وتفسيرها، وفي هذا المتصل تمثل أي كتلة على أنها نقطة في المكان عند لحظة من الزمان، وعلى هذا يمكن لأي كتلة جاذبة

مثل الشمس تحتل نقطة معينة من المكان عند لحظة معينة من الزمان أن تمثل بموضع نقطة واحدة منفردة في المتصل ولتكن (ك) على حين يمثل موضع الكتلة نفسها في المكان في لحظات تالية بمواضع نقاط أخرى في المتصل مثل ل، م، ن،...، وعندما نصل بين تلك النقاط نحصل على الخط ك ل م ن.... الذي يسجل المواضع المختلفة التي احتلتها الكتلة خلال فترة من الزمان، أو خلال الزمان كله إذا أردنا، ومثل هذا الخط يسمى (خط العالم) World line بالنسبة للكتلة التي تناولها.

وعندما يصبح مثل هذا الهيكل في متناولنا، ستمكن من الحصول على صورة مختصرة كاملة ومثالية للنسق الذي تجرى عليه الأحداث.

تفترض في البداية أن وجود مثل تلك الكتلة الجاذبة في المكان والزمان اللذين تمثلها النقطة (ك) من المتصل بطبع انحناءة على المتصل بجوار النقطة (ك)، بنفس الطريقة التي تطبع بها كرة من الرصاص أثرها على وسادة حول النقطة التي وضعت عندها، وعلى هذا فإن الوجود المستمر للشمس سيطبع انحناءة على المتصل في المنطقة التي تحيط بخط عالم الشمس،.

وبعد أن قدمنا المتصل بما فيه من انحناءات نجد نظرية النسبية تخبرنا بأن الأجسام الأصغر من مثل تلك الكتلة والتي تحرك بجوارها - كالكواكب والمذنبات والشهب التي تتحرك بجوار الشمس - تكون خطوط العالم بالنسبة لها مستقيمة أو أقرب ما يمكن من الاستقامة بما يتوافق مع انحناءة المتصل.

هذه العبارة المبسطة نصف النسق الذي تجرى عليه الأحداث تمامًا، ونضيف إلى ذلك أنه عند التعرض لأكثر من كتلة جاذبة تختلف الصورة قليلاً، أما إذا لم توجد أي كتلة جاذبة فقد لا تتواجد في المتصل انحناءات على الإطلاق، أي يصبح خط عالم الجسم مستقيمًا أي أنه يستمر في الحركة في نفس الاتجاه وبنفس السرعة، وهذا هو قانون **نيوتن** الأول الذي يظهر الآن كاستنتاجات بسيط من نظرية النسبية، فعندما توجد الكتل الجاذبة سيبدو الجسم وكأنه يتحرك في مسار منحن، ولكن هذا الانحناء للمسار الذي يبدو لنا إنما يعكس انحناء المتصل، لقد رأى **نيوتن** أن الكوكب يسلك مسارًا منحنيًا في فضاء مستقيم أما نظرية النسبية فتصوره على أنه يسلك مسارًا مستقيمًا في فضاء منحن.

نلاحظ في هذا العرض أننا لم نعد نرجع للقوة واصطلاحاتها حتى أن حركات الكواكب وغيرها من الأجسام الجاذبة تقدم مشاكل في الهندسة وليس في الديناميكا، أما مشكلة التأثير عن بعد فقد ألغيت كليًا، لأن الطبيعة قد تفادتها بمناورة بسيطة بأن جعلت الجاذبية تؤثر على الفضاء وليس من خلاله، ولكن هذا الحل يؤجل الصعوبات فقط فهو يزودنا بوصف جديد ولكنه لا يفسر الحقائق تفسيرًا مقنعًا.

وفي الوقت نفسه تكتسب مشكلة السببية بعدًا جديدًا، فلم يعد مستطاعًا أن نقول إن الماضي يخلق الحاضر فلا الماضي ولا الحاضر له معنى موضوعي لأن المتصل رباعي الأبعاد لا يمكن تقسيمه إلى ماض وحاضر ومستقبل، وكل ما في إمكاننا هو أن نصرح بأن خطوط العالم لكل الأشياء في الكون تسير على النسق المبسط الذي وصفناه، فإن كان لتلك الخطوط

وجود حقيقي في متصل حقيقي فإن تاريخ الكون كله بمستقبله وماضيه على السواء، محدد تحديدًا قاطعًا لا رجعة فيه، أما إذا اعتبرنا خطوط العالم مجرد تركيبات رسمناها لنسهل على أنفسنا تفهم النسق الذي تجري عليه الأحداث ففي هذه الحالة سيسهل علينا أن نمد خطوط العالم هذه من ماضينا الذي اكتمل إلى مستقبلنا، بنفس السهولة التي ننسج بها الأقمشة عندما يكون نمطها معدًا على النول، وفي كلتا الحالتين يكون المستقبل ثابتًا مؤكدًا ونضطر للتسليم بالجبرية التي لا فكاك منها.

القوى الكهربية والمغنطيسية:

يبدو أن القوى الكهربية والمغنطيسية تؤدي إلى نوع المشاكل نفسها التي تقدمها قوى الجاذبية، وإن كان ذلك بطريقة سطحية، تبين التجربة أن جسمين مشحونين بالكهرباء يتجاذبان (أو يتنافران إذا **كانت** شحنتاهما من النوع نفسه) بقوة تتفق مع قوة الجاذبية في خضوعها للقانون الرياضي نفسه، فالقوتان تتناسبان عكسيًا مع مربع المسافة.

وينطبق القانون نفسه على القوى المغناطيسية، فالقطبان المغنطيسيان يتجاذبان أو يتنافران بقوة نتبع هي أيضا قانون التربيع العكسي للمسافة.

وعلى ذلك فلعلنا كنا نتوقع أن تقدم لنا هذه القوى تفسيرًا تصويريًا على طريقة قوة الجاذبية، إلا أن مثل هذا التفسير لا وجود له، والأمل في اكتشافه بعيد جدًا، لأن القوى الكهربية والمغنطيسية على وجه العموم تقدم مشكلة أعقد من قوة الجاذبية.

والأمر بالنسبة لقوة الجاذبية سهل فهي تقوم بذاتها، وتشبهها القوى الكهربية والمغنطيسية في ذلك ما دامت الشحنات الكهربية والأقطاب المغنطيسية ساكنة، ولكن بمجرد أن تدخل الحركة في الصورة يتغير الموقف بأسره، لأن قوى من أنواع جديدة تدخل في الاعتبار فالشحنات الكهربية المتحركة تولد قوى مغنطيسية إلى جانب القوى الكهربية التي تولدها وهي ساكنة، وعندما اكتشفت القوانين الدقيقة التي تتحكم في هذه العمليات المعقدة من خلال عدد هائل من التجارب عبر عنها **كلارك ماكسويل** Clerk Maxwell بنجاح في صورة رياضية بسيطة ورائعة.

في ذلك الحين، كان من المفترض أن الفضاء مملوء بالأثير، وهي مادة تؤدي وظائف من بينها نقل القوى عبر الفضاء ومادام هذا الأثير يمكن اللجوء إليه فمن السهل أن نفهم انتقال قوة إلى مسافة، فهو مشابه لقرع جرس بعيد بشد حبل مربوط فيه.

كان نسق الأحداث الكهربية معروفًا بدقة في صياغات رياضية، لهذا كان من الطبيعي أن يحاولوا اكتشاف خواص الأثير عن طريق هذا النسق، وكان من المسلم به أنه سيثبت أن هذه الخواص ميكانيكية، فإما أن تخضع جسيمات الأثير لقوانين **نيوتن** أو تتفق مع مبدأ أعم مثل أقل أداء least action الذي قام كتعميم لقوانين **نيوتن**، وفي كلتا الحالتين ستوجد القوى التي تجذب وتدفع، وحاول **فاراداي** Faraday **وماكسويل ولارمور** Larmor وعدد كبير غيرهم أن يفسروا التأثير الكهرومغنطيسي وفق هذه الاصطلاحات، ولكنهم فشلوا في جميع المحاولات، وبدا أن أي خواص للأثير سيستحيل أن تفسر النسق الذي يشاهد في الأحداث.

ثـم جـاءت نظرية النسـبية لتفسر السـبب في فشـلهم، فالتأثـير الكهربي يستغرق فترة زمنية كي ينقل من نقطة في المكان إلى أخرى، وأقل فترة لذلك هـي التي يسـتغرقها انتقال الضوء بسرعتـه المحدودة ، وعـلى هذا يصح أن نقـول إن التأثـير الكهرومغنطيـسي ينتقل خـلال المكان والزمـان مجتمعين، ولكنهـم كانوا يملكون المكان وحده بالأثـير، أي أنهم في تمثلهم التصويري تكهنوا بوجود تميز حاد بين المكان والزمان ولو أن مثل هذا التمييز حقيقي لوجـب أن تظهـر التجربة صحة الفصل بـين الاثنين، إلا أنـه عندما أجرى **ميكلسـون ومـورلي** مثل هذه التجربة فشـل ذلـك الفصل وظهـر أن المكان والزمان بالصورة التي افترضوها لا يصدقان مع وقائع الطبيعة.

وعلى هذا الفشـل تأسسـت نظرية النسـبية وقدمت مفتاحًا لحل الفزورة عندمـا أوضحت أن نسـق الأحـداث لا يمكن تغييره بجعـل البناء الكهرب بتحـرك خلال الأثـير المفترض مهما كانت السرعـة، وكان ذلك هو الفرض الأساسي للنظرية والذي أكدته كل التجارب حتى الآن، إن نسق الأحداث لا يمكن تغييره بتغيير سرعة الحركة، أو في عبارة أخرى، يظل نسق الأحداث كـما هو سـواء وقف العالم سـاكنا في الأثير المفترض أو تعـرض لرياح أثيرية تهـب عليه بسرعة مليون ميل في السـاعة. وبـدا أن ذلك الأثير المفترض غير مهم لنظام الأشياء، وبعدها تبين بمزيد من المناقشة أنه لا يصلح لأي غرض نافـع ولهـذا يمكن التخلي عنه، ولكن ذلك يواجهنا بمشـكلة، فلو أننا تخلينا عن الحبل الذي نقرع به الجرس، فما الذي سيقرع الجرس؟

فللدليل التجريبي المباشر يبين لنا أن القوى التي يبذلها الالكترون (أو أي جسـم مشـحون) لا يمكن ربطها بأي ميكانيكية متصلة بالجسـم، أو

بـأي تأثـير ينتقل خـلال الأثير أو أي وسـط يحيط بالجسـم، ولدينا لذلك حالـة خاصة مثالية النسـق الأحـداث، مكتوبة بلغـة الرياضيات، ولكن ليس مسموحًا لنا بشرحها سواء في مصطلحات الرياضيات أو في غيرها.

وهـذا ينطبـق أيضًا عـلى معظم جوانـب الميكانيـكا الكلاسـيكية، أما الجانـب الوحيد الذي نفهمه في أسـلوب تصويري فهـو الجانب النيوتوني الذي يتعامل مع الظواهر الميكانيكية على مستوى مقاييسنا الإنسانية، وفي الإمكان فهمه لأن ظواهره تؤثر في حواسـنا مباشرة وتفسـيره التصويري يعتمـد على مصطلحات القوى التي تماثل ما تقوم به عضلات أجسـامنا، وفكرة مثل تلك القوى مألوفة لعقولنا.

وإذا أردنا أن نضع العمليات الأخرى في شـكل تصويري، فلن تتهيأ لنا صـورة كاملـة بمفردها، وغاية ما في وسـعنا هو أن ننشـئ عـددا من الصور الناقصـة التي تمثـل كل منهـا جانبًا معينًا من المدي الواسـع لعـالم الظواهر، فمثلا إذا أطلق سـيل من الالكترونات على شاشـة مـن كبريتيد الزنك ينتج عـدد من الومضات - ومضة لكل الكترون - وقد نصور الالكترونات على أنها مقذوفات أشـبه بالرصاصات التي تصيب هدفًا، أما إذا مر السيل نفسه بالقرب من مغناطيس معلق فسـنجد أنه ينحرف بمرور الالكترونات قريبًا منـه، وعلى هذا يمكـن تصوير الالكترونات وكأنها تركيبـات اخطبوطية لها لوامس أو «أنابيب من القوة ملتصقة بها من كل اتجاه».

إلا أنـه مـن الخطـأ التفكـير في أي الكترون عـلى أنه تركيـب كالرصاصة لـه لوامس ملتصقة على سـطحه، يمكننا أن نحسـب كتلـة الرصاصة وأيضا كتلة اللوامس وكلتا الكتلتين سـتكونان متطابقتـين، وتتفق كل منها مع كتلة

الالكـترون المعروفة، ولكن لا يمكننا أن نعتبر الالكترون رصاصة بالإضافة إلى لوامـس – وإلا أصبحت كتلته ضعف مـا كانت، فإما أن نعتبره رصاصة أو لوامـس والصورتـان لا تعبران عن جانبين مختلفـين من الالكترون ولكن عن وجهتين مختلفين منه، وهما لا تضافان إلى بعضيهما بل تتبادلان المواقع.

أكثر من هذا فالموقف أعقد مما وصفناه، لأننا نحتاج إلى صورة لوامس خاصـة لكل سرعـة من حركة الالكترون على حـدة، حيث تقاس سرعته بالنسبة للمغنطيس المعلق أو أي شيء آخر يؤثر عليه الالكترون المتحرك، وتفسـير ذلـك شرحنـاه من قبـل، فعندمـا يكون الالكـترون ثابتـا تكون اللوامـس ملتصقة عليه بالتسـاوي في كل الاتجاهـات، ولكن الالكترون الذي يعتبر ساكنًا بالنسبة المغنطيس معين قد بعد متحركا بالنسبة لمغنطيس آخـر، فـإذا أردنـا أن ندرس تأثـير الالكترون عـلى هذا المغنطيـس الثاني، فعلينا أن نصوره وكأنها يحيط بوسطه حزام من اللوامس، أي أننا سنحتاج لصـورة مختلفة لكل سرعـة من الحركة النسـبية والنتيجـة أن العدد الكلي للصـور يصبح لا نهائيًا، ولن نتمكن من تشـكيل الصـورة التي نحتاجها حتى نعرف سرعة الالكترون بالنسبة للشيء الذي سيلتقي به.

انهيار الميكانيكا الكلاسيكية

باقـتراب القـرن التاسـع عشر من نهايتـه أمكن القـول بـأن الميكانيكا الكلاسيكية لقيت نجاحًا كاملاً في تفسير الظواهر والتنبؤ بها عندما تتعلق بالطبيعة على مسـتوى المقاييس الإنسانية، وحققت أيضا نجاحًا تامًا حتى عـلى المسـتوى الأكبر في الفلك، برغـم أنها قد فاتها النجاح الكامل نسـبيًا

في مجموعـة صغيرة من المشـاكل التـي نأمـل الآن في توضيحها على ضوء النظرية النسبية للجاذبية.

أمـا عـلى الناحيـة المقابلة من عـالم المقاييـس، فلم يتحقـق أي قدر من النجـاح، فعندمـا كان علـم الفيزياء التجريبـي مهتمًا بالعمليـات التي تتم داخـل الـذرة، **كانـت** الميكانيكا الكلاسـيكية تثبت فشـلها التـام في ذلك المجال ولعل أبرز فشل قابلته كان مع المشكلة الأساسية لتركيب الذرة.

تركيب الذرة:

قدمـت الفيزيـاء التجريبيـة مـبررات قويـة للتفكير في الـذرة على أنها تتركـب مـن مجموعـة مـن الالكترونات وهي جسـيمات سـالبة الشـحنة بالإضافة إلى شيء بحمل الشحنة الكهربية الكافية بالضبط لمعادلة مجموع الشحنات السالبة الالكترونات، لأن الشحنة الكلية للذرة العادية تساوي صفرًا دائمًا.

والميكانيكا الكلاسيكية ليس فيها ما يهيئ لتركيب من هذا النوع حجمًا مسـتقرًا فهـذه الشـحنات لا يمكنهـا أن تظل سـاكنة وإلا تسـاقطت على بعضهـا، كما أنه لا يمكنها أن تسـتمر في الحركة وإلا صـارت كل منها آلة أبدية الحركة وهو أمر لا تسمح به الميكانيكا الكلاسيكية.

ومهـما كان النظـام الميكانيكـي الذي نتبنـاه في النهاية فلابـد أن نتوقع منـه أن يمكننا من حسـاب الأحجـام الثابتة المسـتقرة للـذرات، بتجميع ثوابت القوانين المعروفة في الفيزياء بأي طريقة من الطرق، ولكن الثوابت المعروفة في الميكانيكا الكلاسيكية لا يمكن تجميعها بهذه الطريقة وكان في

هذا ما يفترض أنه مازال هناك المزيد من الثوابت الأساسـية للفيزياء التي تنتظر الكشف عنها.

مشكلة الإشعاع:

وكان الفشـل الآخـر البـارز للميكانيـكا الكلاسـيكية أمـام مشـكلة الإشـعاع ففـي ذلك المجـال أعطت تنبـؤات على قـدر كبير مـن التعميم متوقعة نتائج حاسـمة، أثبتت المشـاهدة خطأها تمامًا، ولعلنا نشرح طبيعة ذلك التضارب بمثال بسيط.

تخيـل أن كومـة مـن كـرات الصلـب أطلقـت لتنزلق عـلى أرضية من الصلب، فإذا اصطدمت كرتان منها، تغيرت سرعتاهما واتجاها حركتيهما، ولكن هذا الاصطدام لن يغير طاقة الحركة الكلية للكرتين، ولكن لا مفر مـن وجود تسرب مسـتمر للطاقـة من عوامل أخـرى، كمقاومـة الهواء، والاحتـكاك بالأرضية، فتسـتمر الكرات في فقد الطاقـة حتى نجدها بعد فـترة غير طويلة وقد سـكنت فوق الأرضية، سـيلوح لنـا أن طاقة الحركة قـد تبددت برغم أننـا نعرف حقيقة أن معظمها قد تحول إلى حرارة، وتتنبأ الميكانيـكا الكلاسـيكية أن هذا لابد أن يحدث، وتبين لنـا أن طاقة الحركة باسـتثناء جزء بسـيط منها لابد أن تتحول إلى حرارة عندما تسمح الطبيعة بهـذا التحول، وعـلى ذلك فـالآلات أبدية الحركة مسـتحيلة مـن الناحية العملية.

ويمكـن باختصـار تطبيق أفكار مشـابهة عـلى الجزئيـات المكونة لهواء إحدى الغرف، فهـي تتحرك بحرية وكثيرًا ما تتصادم وكما تنبأ. الميكانيكا

الكلاسيكية فإن الطاقة الكلية للحركة سوف تتحول إلى إشعاع، بحيث نجد الجزئيات بعد قليل ساكنة على الأرضية مثلما حدث لكرات الصلب ولكن ما يحدث بالفعل هو أنها تستمر في الحركة بطاقة لا تتلاشي مكونة آلات أبدية الحركة تتحدى الميكانيكا الكلاسيكية.

لماذا تواجه الميكانيكا الكلاسيكية مثل هذه الدرجات المختلفة من النجاح أمام هاتين الحالتين؟

وما الذي يجعلها تفشل هذا الفشل الذريع أمام جزيئات الهواء على حين تعطينا النتائج الصحيحة مع كرات الصلب الإجابة هي أننا ننتقل من أحد العوالم الثلاثة التي سبق تناولها إلى عالم آخر، من عالم المقاييس الإنسانية إلى عالم الالكترون.

ويمكننا أن نضيف إلى ذلك برغم عدم توفر أي دليل قاطع أن أي مجموعة من الأجسام تتحرك باستمرار في المكان والزمان، وتخضع لأي نظام من القوانين وعلى شرط أن تخضع لقانون السببية، بمعنى أن كل حالة يتبعها دائما حالة أخرى على نمط واحد تكون محصلة حركتها في النهاية مماثلة لما تنبأت به الميكانيكا الكلاسيكية، أي لابد أن تتحول كل طاقة الأجسام من المادة إلى الإشعاع وهذه النتيجة الخاطئة ليست مستبعدة على الميكانيكا الكلاسيكية، لأنها تستنتج أيضًا من خلال مجموعة كبيرة جدًا من النظم الميكانيكية الكلاسيكية الممكنة، ولذلك فلن يمكننا أن نصحح الأمور عن طريق تعديلات طفيفة في الميكانيكا الكلاسيكية، إننا في حاجة إلى تغيير جذري، فإما أن نتخلى عن الاستمرار أو السببية في الميكانيكا الكلاسيكية أو عن إمكانية تمثيل التغييرات على أنها حركات في الزمان والمكان.

الحركات في الزمان والمكان:

كونت هذه المفاهيم الثلاثة حجر الأساس للفلسفة المادية والجبرية، وهي الفلسفة التي بدا أن فيزياء القرن التاسع عشر تؤدي إليها، وعلى هذا فما إن أصبح من الضروري رفض أحد هذه المفاهيم حتى بدأت الأبعاد الفلسفية للفيزياء تمر بتحولات هائلة، لقد انقضى العصر الميكانيكي سواء في الفيزياء أو الفلسفة، وعادت المادية والجبرية من جديد مسائل مطروحة للمناقشة على الأقل إلى أن تدلي الفيزياء الحديثة برأيها، وستناول هذه الفيزياء الحديثة في الفصلين التاليين، ومضموناتها الفلسفية في فصلنا السابع والأخير.

الفصل الخامس

الفيزياء الحديثة

بلانك، رذرفورد، بور

نظرة تمهيدية:

بحلـول القرن العشريـن، ظهرت فيزياء حديثة، ينصـب اهتمامها على الظواهـر التي تقع على مسـتوى الـذرات وما دون الـذرات، وأتت معها بنـوع جديد من التنبؤ بظواهر الطبيعة الجامدة، وكان مقدرًا لها مع الوقت أن تكتسـح كافة الصعاب التي أحدقت بالميكانيكا الكلاسـيكية القديمة، وأن لمحـة سريعـة على المجال الواسـع لهـذه الفيزياء الحديثـة لترينا ثلاث علامـات بارزة. نلاحظ أوفي بحث نشره الأسـتاذ بلانك في برلين 1899 أن غايته كانت تصحيح الميكانيكا الكلاسـيكية حتى تناسـب مع الحقائق التي نشـاهدها في الإشـعاع، ويبين هذا البحث السـبب في عدم تحول كل طاقة الأجسـام إلى إشـعاع، فلقد سـبق أن رأينا كيف أن هذا كان يتضمن التخلي عن فكرة الاسـتمرار أو السببية أو تمثيل الظواهر على أنها تغييرات تحـدث في المـكان والزمـان، وبالفعـل كان بحثه يـبرز ضرورة التخلي عن فكـرة الاسـتمرار، واقترح كملجأ أخير أن التغـيرات في الكون لا تتكون من حركات مستمرة في المكان والزمان، بل هي على نحو ما غير مستمرة.

لقـد صـورت الميكانيكا الكلاسـيكية عالمًـا مكونًا من مادة وإشـعاع، فالمادة تتكون من ذرات والإشعاع من موجات، أما نظرية بلانك فلجأت إلى تصوير الإشـعاع في صورة ذرية مشـابهة لما سـبق أن وصفت به المادة، فافترضت أن الإشـعاع لا ينطلق من المادة على شكل تيار متصل مثل تيار المـاء المتدفق من خرطوم، بل هو أشـبه بطلقات مـن الرصاص تنطلق من مدفـع رشـاش، فالإشـعاع ينطلق على هيئـة مقادير منفصلـة أطلق عليها بلانـك اسـم الكـمات quanta، وهـو أمر لـه عواقب فلسـفية خطيرة كما

سنرى. وإضافة لأفكار بلانك، افترض الأستاذ **نيلز بور** Niels Bohr من كوبنهاجن، أننا لو شاهدنا الجسيمات النهائية للأداة من خلال ميكروسكوب له قوة تكبير بما يكفي لذلك (وهو أمر بعيد عن التحقيق العملي) فإنها ستبدو متحركة، لا كقطارات تجرى بسلاسة على قضبانها، بل كحيوانات الكنغر وهي تقفز في أحد الحقول.

والعلامة البارزة الثانية في مجال الفيزياء الحديثة، هي في إعلان **رذرفورد** Rutherford **وسودي** Soddy 1903 لقوانين الاضمحلال الإشعاعي الأساسية، ولم تكن تلك القوانين بأي حال من الأحوال تطويرًا لنظريات بلانك، بل لقد انقضت أربع عشرة سنة قبل ملاحظة أي علاقة بينهما، أكدت القوانين الجديدة أن ذرات المواد المشعة تتكسر تلقائيًا، دون أي صلة بأحوال معينة أو أحداث خاصة، وهذا ما أحدث شروخًا مفاجئة في النظرية الكلاسيكية أكثر مما أحدثته قوانين بلانك الجديدة، فقد ظهر التكسر الإشعاعي كنتيجة ليس لها سبب، مما يفترض أن القوانين النهائية للطبيعة ليست سببية.

وتمثلت العلامة البارزة الثالثة التي ربطت العلامتين الكبيرتين السابقتين في البحث النظري الذي نشره **ألبرت أينشتاين** 1917، فقد أظهر أن اضمحلال المواد المشعة تحكمه نفس القوانين التي تحكم قفزات الالكترونات الشبيهة بقفزات الكنغر كما وصفها بور، لقد بدا وكأن الذرات المشعة تحتوى على مزرعة الحيوانات الكنغر تعد أكثر نشاطًا وضراوة من كل ما قابلوه حتى ذلك الحين.

ظهـرت القوانين المتحكمـة في القفزات التلقائيـة لحيوانات الكنغر في غاية البسـاطة، فمـن ضمن أي عدد من حيوانات الكنغر تقفز دائمًا نسـبة معينـة في زمـن محدد، ولا شيء يقدر على تغيير هذه النسـبة، وكذلك فقبل حـدوث القفزات، لا يوجد في عالم الظواهر مـا يميز هذه الحيوانات التي سـتقفز من تلك التي لن تقفز، وليس لحسـن المعاملة أو لسـوئها أن يجعل كنغـرًا يقفـز إن لم يفعل ذلك بمزاجه، لكي يسـاعد بذلـك في ملء الحصة المطلوبـة من البيانـات التـي تحتاجها القوانـين الإحصائية، فـإذا ما دخل عدم الاسـتمرار إلى عالم الظواهر من الباب خرجت السـببية من الشباك، وسنرى فيما بعد لماذا كان هذا ضروريًا.

نظرية الكم لبلانك

بعـد هذه النظـرة التمهيدية، نعود فتعرض الموقـف بتفصيل أكبر لقد أكـدت نظريـة بلانك أن الإشـعاع ذري في تركيبه مثل المـادة مع اختلاف جوهـري واحد، فهناك اثنان وتسـعون نوعًا مختلفة مـن ذرات المادة فقط - أو أكثـر إذا أخذنـا في الاعتبار اختلاف نظائـر العنصر الواحد - ولكن أنواع الإشعاع المختلفة عددها لانهائي، وتتميز باختلاف أطوال موجاتها، ووجد بلانك أنه من الضروري أن يفترض وجود عدد لا نهائي من أنواع الكلـمات أو ذرات الإشـعاع، بحيث يوجد نـوع واحد لكل طول موجة، وتكون الطاقة التي تحتويها ذرة أو كمة الإشعاع كبيرة إذا كان طول الموجة صغيرة والعكس بالعكس.

والعلاقة بالتحديد هي أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الإشعاع، وهذا بدوره هو عدد تذبذبات الموجة الكاملة التي تقع في نقطة معينة في الثانية، أو في تعريف مماثل عدد الموجات الكاملة التي تمر على هذه النقطة في الثانية – ووجد أن عامل التناسب (هـ) مقدار ثابت عام في الفيزياء، يعرف عادة بثابت بلانك، وبالصدفة تحكم في الفيزياء الذرية منذ اكتشافه لقد **كانت** الحاجة ماسة إلى مقدار ثابت مماثل ليعطينا حجما محددا للذرة كما رأينا من قبل، فقام هذا المقدار الثابت بتلك المهمة

التأثير الضوئي - الكهربي:

لم تلق نظرية بلانك نجاحًا سريعًا مع تلك المشاكل المتعلقة بالإشعاع، والتي وضعت خصيصًا من أجلها وحدها، ولكن كان في الطريق تأكيدات أخرى لصدقها أتت من نواح مختلفة تمامًا، لقد كان جانب كبير من الدليل معروفة منذ فترة، ولكنه كان في حاجة لعقل **ألبرت أينشتاين** كي يبرز أهميته (1905).

الدليل في أبسط صوره هيأته لنا ظاهرة معروفة وبالتأثير الضوئي الكهربي،، فعندما تسقط الأشعة فوق البنفسجية فوق سطح معدني نجد أن تيارًا من الالكترونات ينطلق من ذلك المعدن، فإذا كان الإشعاع بصور على أنه موجات، فلن تجد صعوبة في توضيح السبب في حدوثه، فالإشعاع ربما كان يهز الالكترونات في ذرات المعدن، فإن كان الإشعاع قوية بما فيه الكفاية تتفكك الالكترونات من روابطها بالذرات، مثلا تنفك المراكب من مراسيها في البحر العاصف، فإن كان هذا هو التفسير الصحيح فإن إضعاف الإشعاع لابد أن يتبعه انطلاق الالكترونات بطاقة أقل، أو عدم

انطلاقها، ولكن الذي يحدث هو أن إضعاف الإشعاع برغم إنقاصه لعدد الالكترونـات المنطلقـة فإنـه يترك طاقـة كل الكترون بمفـرده على حالها، والعـدد المنطلق يتناسـب مع شـدة الإشـعاع لدرجة أن أضعـف تيار من الإشعاع ينتج عنه تسرب عدد محدود من الالكترونات بحيث يتحرك كل الكترون بنفس القوة التي يتحرك بها في تيار أكبر ينتج عن إشـعاع أشـد، كـما لو كان الإشـعاع وابلاً من المقذوفات التـي تخبط بعض الالكترونات فتطلقها وتترك بقيتها بدون أن تمسها.

وزيـادة على ذلك وجد أن الالكترون المنطلق تكون طاقته الكلية التي يمتصهـا من الإشـعاع في جميع الأحوال مسـاوية لكمة واحـدة كاملة من الإشـعاع ولا تظهر كل هذه الطاقة في صورة طاقة حركة، لأن الالكترون يفقد جزء منها في الفكاك من ذرته، وجزءًا أكبر في شق طريقه نحو الخارج عبر باقي الذرات.

رأينـا أن الإشـعاع ذا الـتردد المنخفـض لـه كـمات طاقتهـا منخفضـة والعكـس بالعكـس، وقـد يكون تـردد الإشـعاع منخفضـة إلى درجة أن امتصـاص إحدى الذرات لكنـه لا يحرر أي الكـترون، وأصغر تردد يبدأ عنـده تحـرر الكـترون يسـمى (تـردد الابتـداء threshold frequency) وعـلى هـذا فالإشـعاع يبدأ في إطـلاق الالكترونـات عندما يزيـد تردده عـلى تردد الابتداء، ومن الطبيعي أن يعتمـد مقدار الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكترونات على خواص الذرة التي ينتمي إليها الالكترون، فالمواد المختلفـة لهـا تـرددات مختلفـة، وفي معظم المـواد تكون أعلى مـن ترددات الضـوء المرئي، لدرجـة أن كمات ضوء الشـمس، أو نور الحجـرة العادية

أضعـف من أن تفك الالكترونات من الأشـياء المألوفة، ولكنها قد تحمل طاقة تكفى للتسبب في إعادة ترتيب جزئيات المادة التي تقع عليها وإعادة الترتيـب هذه نعـرف بالتأثير الضوئي الكيميائي. وهـذا التأثير الكيميائي للفوتونـات يفسر لنا السـبب في بهتان ألوان السـتائر والمفروشـات بتأثير ضوء الشـمس السـاطع، كما يفسر السـبب في ضرورة وضع بعض المواد الكيماوية مثل بيروكسـيد الهيدروجين (ماء الأكسـجين) بعيدًا عن الضوء السـاطع إذا أردنا ألاّ تغير جزئياتها تركيبها، ويفسر أيضا لماذا يؤثر الضوء ان الأزرق والبنفسـجي - وهمـا اللـذان لهـما أعـلى تـردد - في الألـواح الفوتوغرافية أكثر من باقي الألوان.

وعندمـا يكـون تـردد الإشـعاع أعـلى مـن تـردد الابتـداء تنطلـق الالكترونات، ويجب أن تتناسب طاقة حركتها كما أوضحنا مع الزيادة في تردد الإشعاع فوق تردد الابتداء، وقد أكدت التجارب هذا القانون تمامًا.

كنـا نتناول انتقال الطاقة بالإشـعاع من مادة إلى مـادة أخرى في مكان آخـر، والتجربة التي أوردناها أوضحـت لنا أن هذا الانتقال يتم دائمًا على هيئـة كمات كاملة، وقد أضاف **هايزنـبرغ** Heisenberg إلى هذا الموضوع ما يؤكده وهو ما سنفصله في الفصل التالي.

باختصـار وجـد **هايزنـبرغ** أن حقائق المشـاهدة تقودنا حتـمًا وبصورة ثابتـة نحـو التركيـب النظري المعـروف بميكانيـكا المصفوفـات Matrix mechanics الـذي يبـين أن الإشـعاع الكلي في أي موضـع من الفضاء لا يمكنـه أن يتغـير إلا على هيئة كمـه مفردة كاملة في المـرة الواحدة، وهو ما يحدث في كل انتقال للطاقة عبر المكان وليس في الظاهرة الضوئية الكهربية

وحدها، فالطاقة تتنقل دائمًا على هيئة كمات كاملة وأجزاء الكمية لا وجود لها على الإطلاق.

وهكذا تدخل الذرية إلى صورتنا عن الإشعاع، تمامًا مثلما أدخل اكتشاف الالكترون وشحنته القياسية الذرية إلى صورتنا عن المادة وعن الكهرباء.

ذرية الإشعاع:

في سـنة 1905 اقترح **ألبرت أينشتاين** تمثيلاً تصويريًا لهذا كله، كان من عـدة نواح أثرًا مـن النظرية الجينية التي حاول **نيوتـن** من خلالها أن يفسر الضوء قبل ذلك بقرنين.

لقد افترض بلانك أن الذرة لا يمكنها أن تطلق الإشعاع إلا على هيئة وحـدات كاملة أو كمات، أما **ألبرت أينشـتاين** فصور كل كمة مطلقة على أنهـا تنتقـل في المكان عـلى هيئة وحدة متماسـكة لا تنقسـم - أو حزمة من الإشـعاع لا تتكسر، وسـمي هذه الحزمة (سـهم الضوء) برغم أننا اعتدنا أكثر على اسم الفوتون وهو اصطلاح مبهم.

ووفقًـا لهـذه الصورة يمكننا أن نتصور تيار الإشـعاع على أنه رشـاش من الفوتونات، وعندما تسـقط على سـطح مادي مثل وابل السهام الذي يصيـب هدفـة، فإن كل فوتـون سـيصيب الكترونًا واحدة على السـطح، وسـيحدث تلفًـا يقتصر على نقطـة الإصابة، وهذه الصـورة تفسر لنا على الفور لماذا لا تتوقف الالكترونات عن الانطلاق عندما نضعف الإشعاع، ولمـاذا تؤدي مضاعفة شـدة الإشـعاع إلى مضاعفة عـدد الالكترونات أو بشكل عام لماذا يتناسب الاثنان.

وتبين لنا بعض الاعتبارات البسيطة العامة، أن الالكترون الطليق - أي غير المرتبط بإحدى الذرات - لا يمكنه أن يمتص أي كمة من الإشعاع، فإذا أصاب سهم الضوء مثل هذا الإلكترون لابد أن نتصور ذلك مثل تصادم كرتي بليارد، فهذا التصادم يغير اتجاه حركة كل منهما، وفي 1925 تمكن **كونتون** Compton وسيمون Simon من أن يصورا فوتوغرافيًا مسارات الالكترونات قبل وبعد مثل هذه التصادمات، ووجدا أن تصور **ألبرت أينشتاين** عن أسهم الضوء يفترض بالضرورة أنها تحمل مقادير من الطاقة وكمية الحركة مساوية بالضبط لما تطلبته **نظرية الكم**.

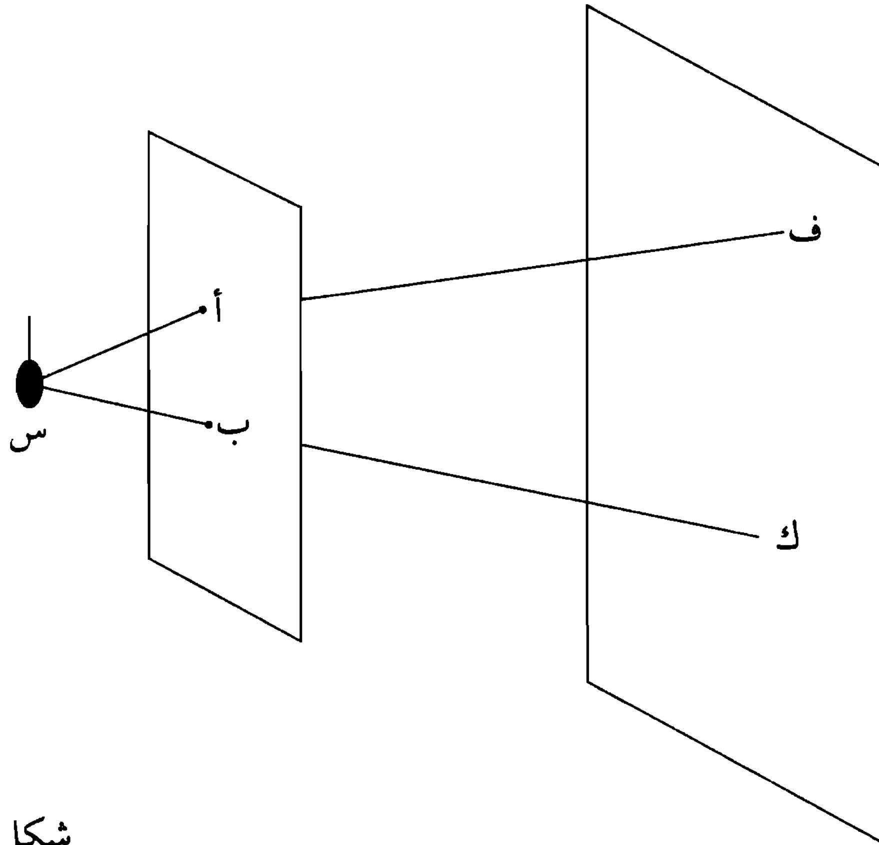
الطبيعة التماوجية للإشعاع:

بينما تقدم التجربة الدليل المقنع على أن الإشعاع يطلق ويمتص على هيئة كمات كاملة، فإنه لا يوجد ما يوضح أن هذه الكمات تنتقل في الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ كما افترض **ألبرت أينشتاين**، وهو أمر لا يمكن أن يتحقق، لأنه لا يمكن للإشعاع أن يدلنا على وجوده سواء من خلال حواسنا أو أجهزتنا إلا في نهاية رحلته عندما يتفاعل مع المادة.ومع ذلك فهناك دلائل كثيرة على أن الضوء لا ينتقل خلال الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ، بل إن لدينا الدليل على صحة النظرية الموجية للضوء، ويكفي لذلك مثال واحد، يبرز الدليل في صورة واضحة.

نفترض أن لدينا مصدرًا للضوء هو (س) (شكل 1) يشع ضوء من لون نقي أي أن له طولاً موجيًا واحدة، ونتصور أن الشاشة (ا ب) يخترقها ثقبان صغيران عند (ا) و(ب) كما هو موضح، فلنضع شاشة أخرى خلفها

بحيث يلاقي امتداد الخطين (س ا)، (س ب) الشاشة الثانية عند النقطتين (ف)، (ك).

عندما يشع المصدر س ضوءًا، فلعلنا نتوقع أن نجد النقطتين (ف)، (ك) مضيئتين على حين يظل باقي الشاشة معتمًا، وما دمنا لم نفحص الشاشة عن قرب فقد نتسرع ونتصور أن الفوتونات قد مرت مثل الأسهم خلال الثقبين (أ)، (ب) ولكن الفحص الدقيق يبين أن الإضاءة عند (ف)، (ك) ليست ببساطة مجرد رقعة دائرية صغيرة من الضوء، كما يفترض تصور الإشعاع على أنه أسهم، فعند كلتا النقطتين سنجد نسقة معقدة يتألف من دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب فيها دوائر مضيئة وأخرى مظلمة.



شكل «1»

وقبل أن نناقش هذه المشاهدة فلنتوسع في تجربتنا بأن نجعل الثقبين (ا)، (ب) يقتربـان تدريجيًا، في بداية الأمر سـنجد النقطتين (ف)، (ك) تتقاربان، وعندما تقل المسافة بينهما إلى درجة معينة تنشأ ظاهرة جديدة، فالنسق الذي سنشـاهده لا يمكننـا الحصـول عليه من خلال الإضافة البسـيطة للنسـقين الدائريين عند (ف)، (ك) إن هذين النسـقين بدآ يتفاعلان مع بعضيهما، عند أوضـاع معينة لا وب تصبـح النقطتان (ف)، (ك) معتمتـين تمامًا، عند هذه الأوضاع نبقي (ا)، (ب) كما هما ونسـد الثقب (ب)، سنجد أن النقطة (ف) تنتقـل في التـو من حالـة العتمة إلى الإضـاءة، فإذا فتحنـا (ب) عادت (ف) معتمـة مرة ثانية، وعلى هذا يظهر لنـا أن إنقاص الإضاءة يضيف إلى الضوء عند (ف)، على حين أن زيادتها تنقص من الضوء عند نفس النقطة.

مثل هذه النتائج كما هو واضح لا يمكن أن تفسر إذا تصورنا الفوتونات على أنها أسهم تمر خلال الثقوب، ولكن النظرية الموجية تفسرها فورًا، إنها تدلنا على أن الاستضاءة عند أي نقطة هي حصيلة التأثير المشترك لموجتين الأولى تـأتي خـلال الثقـب (ا) والثانية خـلال الثقب (ب) ومـن المألوف في الفيزيـاء أن تعـادل إحدى هاتـين الموجتين الأخرى، ويحـدث هذا من انطباق في إحدى الموجتين على قاع الأخرى تمامًا لدرجة أن يتلاشـى تأثير الاثنتـين، وهو مـا يعـرف وبالتداخل، وهـو لا يقدم لنا مجرد تفسـير عام للظاهرة بل زيادة على ذلك يمكننا من التنبؤ بالنسق تمامًا.

الصورة الجسْيميّة والصورة الموجيّة:

لدينـا الآن صورتان متميزتان لطبيعة الإشـعاع، إحداهما تصوره على أنـه جسـيمات، والأخـرى على أنه موجـات، ومـن الواضـح أن الصورة

الجسْـيميَة هي الأنسـب عندما يسـقط الإشـعاع على مـادة، وأن الصورة الموجيـة هي الأنسـب عندما ينتقل خـلال الفراغ، ولفترة مـا **كانت** هناك نزعة إلى تصوير الضوء على أنه يتألف من جزئين، أحدهما موجي والآخر جسـيمي، واتضـح الآن أن الأمر ليس على هذا النحـو، فالصورة الموجية والصورة الجسـمية لا تصوران شـيئين مختلفين، بل جانبين لشيء واحد، فهـما ببسـاطة صورتان جزئيتان تتفقـان مع وضعين مختلفـين في ظروفها، تمامًـا مثـل الصورتين اللتـين قدمناهما من قبل، وعلى هـذا فالعلاقة بينهما علاقة تكامل وليست علاقة إضافة فما إن تظهر خواص الضوء الجسيمية حتى تختفي خواصـه الموجية، والعكس بالعكـس، إن هاتين المجموعتين مـن الخواص لا نشـاهدهما أبدأ معًـا، وعندما نتابع شـعاعة من الضوء أو حتـى كمة واحـدة منه، في مسـاره، فلابـد أن نتخيل أن الصـورة الموجية والصورة الجسيمية تتحكمان في الموقف بالتبادل.

والصورة الموجية تفسير الكثير على أرضها، لكنها تأتي معها بصعوباتها الخاصـة، خاصـة وأنه ليس من السـهل أن تنتقل من الصـورة الموجية إلى الصورة الجسـيمة لأن كل الموجات تنتشر عنـد انتقالها في الفراغ، ومن ثم يصعـب علينا أن نتخيل كيـف أن الموجات التي **كانـت** ذات مرة منتشرة كما تخبرنـا النظرية التماوجيـة قد تجمعت وركزت هجومهـا على جزيئات منفردة أو الكترونات على النحو الذي نشاهده عندما تلاقي مادة.

لنفرض مثلا أن المصدر (س) (شـكل 1) بشـع كمًا واحدة من الضوء هـذه الكلمة إذا انتقلت خلال الفـراغ على هيئة موجات كما تقول النظرية التماوجية، فإن بعضها يمر خلال الثقب (ا)، وبعضها خلال الثقب (ب)،

على حين تمتص الشاشة (ا ب) أو تعكس الجانب الأكبر من الموجات، ونحن لا يمكننا أن نتخيل كل هذه الأجزاء المختلفة وقد تجمعت التوجه طاقتها مجتمعة إلى جزيء واحد من المادة سواء على الجانب القريب من الشاشة (ا ب) أو البعيد عنها مما يظهر صورتنا وكأنها أخفقت تمامًا، ولكن علينا دائمًا أن نتذكر أن العمليات الفيزيائية التي تحدث بالفعل ليست في جوهرها قابلة للتصوير، كما أن نتائجها لا يمكن الحصول عليها إذا تخيلنا أنها عمليات تجري في إطار الزمان والمكان وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه سابقا من أن هيكل المكان - الزمان في الميكانيكا الكلاسيكية لا يصلح لكي تمثل عليه الظواهر الطبيعية تمثيلاً كاملاً.

اتخذت النظرية الموجية شكلها الأكثر تحديد أو النهائي - كما ظن كثيرون - في النظرية الكهرومغناطيسية للضوء لماكسويل، وهي النظرية التي فسرت الموجات على أنها قوى كهربية ومغناطيسية مهتزة تنتقل خلال الأثير وعند كل لحظة من الزمان يكون هناك في كل نقطة من الأثير قوة كهربية محددة حاول ماكسويل أن يمثلها على أنها (إزاحة) للأثير وقوة مغناطيسية محددة أيضًا، وهو ما يشبه تمامًا البحر العاصف ففي كل نقطة من سطحه نجد ارتفاعًا معينًا فوق مستوى سطحه المتوسط أو انخفاضًا تحته.

ومع التخلي عن المكان المطلق، لم تعد هذه الآراء مقبولة، لقد أطاحت نظرية النسبية بالأثير، ولم تكتف بتوضيح أن الراصدين المختلفين يسجلون قياسات مختلفة للقوى عند نفس النقطة ونفس اللحظة من الزمان، بل أوضحت أيضا أنهم كلهم يمكن أن يتساووا في الصحة، فما

نسميه بالقوى الكهربية والمغناطيسية ليس حقيقة فيزيائية موضوعية، بل هي تركيبات عقلية ذاتية صنعناها لأنفسنا في محاولة لتفسير موجات النظرية الموجية، ولأنها ابتكرت لتقديم تفسير ميكانيكي لانتشار الضوء، فإننا نحكم عليها بالإدانة مثل القوى الكهربية والمغنطيسية التي حاولنا بها أن نفسر تأثير شحنة كهربية بعد إجراء جميع التغيرات الضرورية ولنفس الأسباب، وعلينا بالتأكيد أن نبحث عن تفسير أفضل الموجات النظرية الموجية.

موجات من الاحتمالات: لنرجع إلى التجربة التخيلية التي يقذف فيها مصدر الضوء كمًا واحدًا من الإشعاع، لتقع على نقطة أو أخرى من مجموعة من الشاشات الموضوعة بعيدًا، نحن نعرف أن الطاقة الكلية للكم ستتركز على نقطة واحدة من الشاشة ولكن أي نقطة؟

الجواب الواضح هو أنها تارة تكون نقطة معينة وتارة أخرى نقطة غيرها وهكذا، ولا يمكن أن تكون نفس النقطة دائمًا والا وجدنا أنه عندما تقذف الكمات بالملايين، تكون هذه النقطة المفضلة على وجه الخصوص شديدة اللمعان، في حين تغرق كل النفط الأخرى في ظلام شامل، والذي يحدث في الواقع هو أنه عندما تقذف الكمات بالملايين تكون بعض المواضع على الشاشات شديدة اللمعان، وهذه تدل على المناطق التي ارتطم بها عدد كبير من الفوتونات، كما يكون بعضها أقل لمعانًا ويدل على المناطق التي ارتطم بها عدد أقل من الفوتونات، وحتى الأجزاء ذات أقل قدر من الاستضاءة فلابد أن تكون بعض الفوتونات اصطدمت بها. والآن نركز اهتمامنا على الفوتون المفرد من الإشعاع الذي

لا نعـرف عنـه أكثر من أنه ينتمي إلى الشـعاع الأصـلي، يمكننا القول بأن درجة اسـتضاءة أي نقطة على أي شاشـة تعطينا قياسًـا له ل(احتمال) أن تتركـز الكمـة على هيئـة فوتون عند هـذه النقطـة، وبهـذه الطريقة يصح أن نفـسر موجات النظريـة التماوجية على أنها موجـات من الاحتمالات، فامتـداد النظـام الموجي في المـكان يحدد المنطقة التي يفـترض أن الفوتون ينتقـل فيهـا، على حـين يعطينا تركيز الموجـات عند أي نقطـة داخل هذه المنطقة مقياسًـا لاحتمال ظهور الفوتون عند هذه النقطة إذا وضع جسـم مـادي عندها. التقريب ذلك نقول إنـه عندما يولد نصف مليون طفل في إنجلترا في السـنة، فإن 20 % منهم يولدون في لندن، و2 % في مانشسـتر و1 % في بريسـتول وهكذا، ولكـن إذا فكرنا في طفل واحد يولد في ثانية واحدة من الزمان فليس في إمكاننا القول بأن 20 % منه سـيولد في لندن وأن 2 % في مانشسـتر وهكذا، بل يمكننا فقط أن نقول إن هناك احتمالاً قـدره 20 % لولادتـه في لندن واحتـمالاً قدره 2 % لولادته في مانشسـتر وهكـذا، وإذا تجاوزنا الاختلافات في معـدل المواليد في المناطق المختلفة، فإن خريطة الكثافة السكانية لمختلف مناطق إنجلترا ستعتبر أيضًا خريطة مبينة لعدد الولادات في السـنة، أما بالنسـبة لحالة الـولادة التي تحدث في لحظـة واحـدة، فهي لا تبـين إلا الاحتـمالات النسـبية لظهـور الطفل في المناطـق المختلفـة..، وموجـات النظريـة الموجيـة بدورها عندما تسـقط عـلى جسـم مادي تهيء خريط مشـابهة جـدًا لاحتمال ظهـور الفوتونات في المناطق المختلفة من الجسـم المادي، فالموجات إذن تركيبات عقلية، لا تمكننا من رؤية ما وسوف، يحدث ولكن ما يجوز أن يحدث.

موجات من المعرفة:

من الجائز أيضًا وبنفس الأسـلوب أن تفسر الموجات على أنها تمثيلات لمعرفتنـا، في تجربة الفوتـون المفرد، نحن لا نعلم أين يوجد الفوتون ولكن الصـورة الموجيـة تقـدم لنا نوعا مـن الرسـم التخطيطي لما نعرفـه، فنحن نعـرف أن الفوتون يجب أن يوجـد داخل حيز محدد من المكان، وهو الحيز الـذي تخططه الموجات في كل لحظة، وقد نعرف أنه من الأرجح أن يكون في المنطقـة (ا) بـدلا مـن غيرها (ب)، فـإن صح هذا فالموجـات تمثل هذه المعرفة على أنها أشد في المنطقة (ا) من المنطقة (ب) وهكذا.

هذان التفسـيران للموجات: على أنها تمثيـلات للاحتمال وللمعرفة - من الأفضل أن نشرحها في تجربة ذات طابع مثالي تصورها **ألبرت أينشتاين** وإهرنفسـت Ehrenfest تـؤدي المرآة الزجاجية العاديـة وظيفتها لوجود طبقة مفضضة رقيقة على ظهرها تعكس كل الضوء السـاقط عليها، وهذه الطبقـة قـد تصنع رقيقة إلى الحـد الذي تجعل المرآة تعكس جزءًا فحسـب من الضوء السـاقط عليها، ولتبسـيط الأمور نفترض أنه النصف، في حين يخترق باقي الضوء المرأة إلى الناحية الأخرى منها مستمرة في طريقه كما لو **كانت** المرأة غير موجودة، فإذا سـقطت حزمة من الإشـعاع على مثل هذه المرآة فعلينا أن نتخيل أن نصف كماتها تنعكس ونصفها يمر خلالها.

ولكن افرض أن كمة واحدة فقط تسـقط على المرأة والكمات لا تتجزأ فلابد أن نصور الإشـعاع كله سـائرًا في أحد الطريقين أو الآخر، وغاية ما يمكننـا قولـه هو أن هناك فرصـة 50 % لأن تنعكس، وفرصة 50 % لأن تمر.

حتى الآن مازالت الموجات تصور على أنها تمثيلات للاحتمال، فهي تخبرنا بالاحتمالات النسبية لأن تكون الكلمة في أحد الطريقين أو الآخر، ولنفرض الآن أننا وضعنا شاشة في طريق الانعكاس، وسمحنا لكمة واحدة بالسقوط على المرأة كما تقدم، فإذا انعكست الكمة فسوف تصدم الشاشة، وفي إمكاننا أن نتقصى ذلك من حيث المبدأ بعدة طرق ميكانيكية وفوتوغرافية، فإذا أظهر الفوتون نفسه في طريق الانعكاس فإن شدة الموجات في الحزمة التي تمر تنقص على الفور إلى الصفر وقد نقول في تفسير ذلك أن احتمال اقتفاء الفوتون لهذا الطريق قد نقص إلى الصفر، أو أننا نعرف أن الفوتون ليس في ذلك الطريق، أما إذا لم يشاهد أي فوتون يصدم الشاشة فإن الحزمة التي مرت تتضاعف قوتها فورة، في نفس الوقت الذي تنعدم فيه الحزمة المنعكسة وتفسير ذلك كما تقدم.

قد يبدو من الغريب أن تنعدم حزمة من الضوء لمجرد أن تجرى تجربة على مسافة بعيدة غير محدودة، ولكن الغموض يتلاشى إذا اعتبرنا أن الحزمة هي تمثيل لمعرفتنا، بحيث إذا تغيرت معرفتنا فجأة فلابد للحزمة أن تتغير فجأة هي أيضًا، ولعلنا نوضح الأمر من خلال قياس بسيط يبين أنه ليس هناك لبس ولا غموض في الأمر.

نتصور أن سفينة تعبر الأطلنطي من نيويورك إلى ساوثهامبتون، ففي اليوم الأول يمكن تحديد موقع السفينة كما هو معتاد بأخذ قراءات ارتفاع الشمس، وتبعًا لذلك يقوم الملاح بتسجيل هذا الموقع على خريطة السفينة، أما إذا كانت السماء ملبدة بالغيوم، فسوف يلجأ الملاح مضطرًا إلى تحديد الموقع بالتقريب معتمدًا على الحساب وحده، فهو على علم بالسرعة

التقريبية للسفينة أو المسافة التي قطعتها خلال الماء مسجلة (**باللوك**) أي جهاز قياس السرعة، وقد يأخذ في اعتباره التفاوت في الحركة الذي يضيفه تأثير التيارات البحرية، وقد يكون تأثير هذا التفاوت على الموقع في حدوده أميال في اليوم، وفي هذه الحالة لن يتمكن من تسجيل موقعه على الخريطة على هيئة علامة صليب تحدد الموقع في نقطة بل سيرسم دائرة قطرها ه أميال، وهذه الدائرة تشبه موجات النظرية الخارجية في أنها تمثل معرفته عن موقعه، وباستمرار السفينة في رحلتها، قد تصور الدائرة المنتقلة على الخريطة كأنها موجة تنتقل خلال الفضاء بسرعة تمثل سرعة السفينة، وبتجمع الشكوك تزداد الدائرة اتساعًا، فإذا ظلت الشمس مختفية لليوم الثاني، فمن الضروري أن نشير إلى موقع السفينة بدائرة قطرها 10 أميال أما إذا استحالت رؤية الشمس طوال الرحلة، فإن الشك في موقع السفينة سيزداد باستمرار حتى إذا ما اقتربت السفينة من الساحل قد يكون لزاما علينا أن نمثل هذا الموقع بعد 5 أيام بدائرة قطرها خمسون ميلا، فلنفرض أنه عندما رسمت مثل تلك الدائرة على الخريطة وجد أن نصفها يقع على ساحل مقاطعة (كورنيش) cornish واعتمادًا على أن السفينة لا يمكن أن تكون على البر، فإن نصف الدائرة هذا يمكن أن يحذف فورًا، وهذا القدر من المعرفة سينقص من شكنا فورًا إلى النصف، تمامًا مثلما حدث في التجربة مع المرآة نصف المفضضة، أما إذا شوهدت السفينة بعدها بلحظات فإن هذه الإضافة الجديدة إلى معلوماتنا ستنقص الشك عمليًا إلى الصفر، وعندها يمكن أن نسجل موقع السفينة بنقطة واحدة.

هـذا المثـال المناظـر يوضـح لنا الموقـف بالنسـبة للفيزياء مـن نواح مختلفة، فنحن نعرف من الحياة العملية كيف يقودنا شك إلى آخر، مثلا: الشك الذي تمكن منا حول موقع السفينة عندما بدأ واستمر في الزيادة، هذا الشـك جعل من المسـتحيل أن نحسـب بدقة أثر التيارات البحرية التي تعرضت لها السفينة في اليوم الثاني، وباستمرار الرحلة ترتب شك على شـك، والصورة الموجية للإشـعاع تطابق تمامًا هـذه الخاصية التي يتراكـم فيها الشـك أو عدم التحديد في المعرفة، لأنهـا خاصية كامنة في أي مجموعـة من الموجـات، فهي تنتشر باسـتمرار وبذلك تشـغل دائمًا مكانًا أكبر.

في هـذا المثـال، تمثل السـفينة أحد الفوتونـات، ويمثل البحـر الفضاء الذي يتحرك فيه الفوتون، في حين تمثل الأرض حاجزًا مثل الشاشـة التي تمنـع الفوتـون من الحركة خلال الفضـاء بأكمله، والبحر والبر والسـفينة والفوتونات كلها أشياء موجودة وتتحرك خلال المكان المألوف في حياتنا اليومية، وهذا بالفعل هو ما نقصده بالمكان المألوف، المكان الذي فيه نرى الأشـياء من خـلال تأثير الفوتونات على شـبكية أعيننا، والـذي فيه أيضًا نسـافر بالسـفن، أمـا الموجات التي تمثـل معرفة الملاح بموقع سـفينته فلا تنتقـل خلال المكان المألوف، بل فوق خريطة ملاحية، وهذه الخريطة هي نـوع من التمثيل بالرسـم التخطيطي للمكان المألـوف، وعلى نفس النمط فليـس المكان الذي تعـبره الموجات التي تمثل معرفتنـا عن الفوتونات هو المـكان المألـوف، ولكنه تمثيل ريـاضي للمكان المألـوف، وإن وجدت فيه حواجـز فإنها تمثـل الحواجز الموجودة في المكان المألوف، مثل السـاحل في

حالة الخريطة الملاحية. وباختصار فإن المكان الخاص بالفوتونات هو المكان الفيزيائي المألوف، أما المكان الذي تعبره موجات النظرية التماوجية فهو مكان تصوري وهو أمر لابد منه لأن الموجات كما رأينا هي مجرد تركيبات عقلية وليس لها وجود فيزيائي فعلي.

فإذا ركزنا اهتمامنا على العملات الرياضية فقط، فلا فارق بين أن نتخيل الموجات منطلقة في المكان المألوف أو في مكان تصوري من تركيب عقولنا، وهو أمر مقبول على شرط أن يكون للمكانين نفس العدد من الأبعاد، وبسبب احتياج موجات النظرية التماوجية للضوء إلى مكان تصوري ذي أبعاد ثلاثة لتمثيلها، ظلت أجيال من علماء الفيزياء تطابق بين هذا المكان التصوري والمكان الفيزيائي المألوف وفكروا في الضوء على أنه موجات تنتقل خلال المكان في الحياة اليومية وهي الحياة التي ننتقل نحن فيها بالسيارة أو القطار، وهو ما نراه الآن أمرًا يبتعد قليلا عن المنطق، إنه يشبه تخطيط جدول السكة الحديد على قضبان القطارات نفسها ومع ذلك فمن الممكن تبرير ذلك إذا اعتبرنا أن الحزمة العادية من الضوء تحتوي على عدد كبير من الفوتونات لدرجة أنه قد يجوز استبدال الاحتمالات بالوقائع. فإذا لجأنا لهذا التبرير فسوف يتطابق المكان الذي تنتقل خلاله احتمالات الفوتونات مع المكان الذي تنتقل خلاله الفوتونات نفسها، وهو مكان الحياة اليومية، الذي نرى فيه الأشياء وبهذه الطريقة نعود إلى فكرة انتشار الضوء التي كان يؤمن بها كل علماء الفيزياء على أنها أمر واقع وطبيعي قبل أن تأتي **نظرية الكم** لتزعجهم.

اتساق الطبيعة:

قبل أن تظهر **نظرية الكم**، كان مبدأ اتساق الطبيعة القائل بأن الأسباب المتماثلة تحدث نتائج متماثلة - مقبولاً على أنه حقيقة علمية شاملة لا نزاع عليها، وبمجرد إقرار فكرة ذرية الإشعاع أصبح من الواجب رفض هذا المبدأ.

في التجربة التي وصفناها سابقًا كان مبدأ اتساق الطبيعة يستدعي أن يصطدم كل فوتون بالشاشة عند النقطة نفسها ولكننا وجدنا الفوتونات تصطدم بالشاشة عند نقط مختلفة، حتى أننا عندما نطلق كمة واحدة من مصدر الضوء عدة مرات على التوالي سنجد أن التجارب المختلفة تعطينا نتائج مختلفة برغم أن الظروف قبل كل تجربة **كانت** على مبلغ علمنا متماثلة تمامًا.

والأمر نفسه توضحه بدرجة أكبر من الإقناع تجربة المرآة نصف المفضضة، فإذا ما أطلقنا فوتونات منفردة واحدة تلو الآخر على نفس النقطة من المرآة، فسوف يخترق نصفها الشاشة، على حين لا يخترقها النصف الآخر وهكذا وجدنا مرة أخرى أن سلسلة من التجارب المتماثلة لا تعطي نتائج متماثلة.

ربما قام احتجاج بأن اختلاف نتائج التجربتين سببه عدم تطابق الظروف قبل كل تجربة أو في أثنائها تطابقًا مطلقًا، فمثلا إذا أطلقنا حبات من البسلة على شبكة من السلك فقد نجد أن نصفها يمر من خلال عيونها على حين يرتطم نصفها الآخر بأسلاك الشبكة ويرتد للخلف أما إذا أطلقنا حبة واحدة. فهناك فرصة 50 % لأن تمر من الشبكة، فإذا

أطلقنا حبة ثانية مستهدفين أن تلاقي الشبكة بالضبط عند نفس النقطة الأولى جاعلين ظروف التجربة الثانية مطابقة تمامًا للأولى، فلعلنا بذلك نتأكد أن التجربتين ستعطيان نفس النتيجة، أي أنه إذا مرت الحبة الأولى من الشبكة فستمر الثانية أيضًا، أما إذا شاهدنا الحبتين تلاقيان مصيرين مختلفين، فلابد أن نستنتج أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تمامًا، وربما احتج بأن اعتبارات مشابهة لذلك تنطبق أيضًا على التجارب السابقة، وأنه إذا سارت الكمتان من الإشعاع في التجربتين على نحوين مختلفين، فلابد أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تمامًا.

إلا أن المقارنة بين ظروف المجموعتين من التجارب ليست دقيقة، ففي تجربة الشبكة السلكية، كانت الحبات التي فشلت في المرور من الشبكة وكذلك كثيرمن الحبوب التي مرت منها قد صدمت الشبكة عند نقط مختلفة، والنقط المحددة التي اصطدمت بها الحبوب وكذلك الزوايا التي اتخذتها في مسارها بعد اصطدامها وكلها تتحكم في مرورها من عدمه كانت مختلفة، أما في تجربة المرآة فالإشعاع الذي يخترق المرآة يتحرك بأكمله على امتداد نفس المسار، وهو ما يحدث أيضًا عندما ينعكس، وعلى هذا فان زوايا هذه المسارات لا تتحدد بمواضع الجسيمات المفردة بل باتجاه السطح ككل وهو ما يكفي ليبين أن الظاهرة ليست جسيمية أو ذرية.

هكذا نجد أن ذرية الإشعاع تحطم مبدأ اتساق الطبيعة، وأن ظواهر الطبيعة لم تعد محكومة بقانون سببي - أو على الأقل إن كانت محكومة به، فإن الأسباب تقع من وراء سلسلة الظواهر كما نعرفها فإن كنا نتمسك برغبتنا في تصوير أحداث الطبيعة على أنها محكومة بقوانين سببية، فعلينا

أن نفترض وجود طبقة سفلية تقع من وراء الظواهر وعلى هذا فهي بعيدة عن متناولنا، وفي هذه الطبقة تتقرر الأحداث في عالم الظواهر بكيفية ما.

لعلـه مـن الطبيعي أن نتعجـب لماذا كان لمبـدأ ذرية الإشـعاع عواقب أخطـر كثيرة مـن مبدأ ذرية المادة الـذي يماثله، ولكننا سرعـان ما نرى أن مبـدأ ذرية المادة يجر عواقب مماثلـة تمامًا، والاختلاف الوحيد بينهما هو أن هذه العواقب غابت عنا لفترة طويلة.

مبدأ عدم التحديد:

هناك عاقبة من بين العواقب التي أنت نتيجة لمبدأ ذرية الإشـعاع، كان لهـا فائدة عظيمة بالنسـبة للفيزياء بأكملها، وعـلى الأخص تلك الجوانب التي نتناولها بالمناقشة في كتابنا هذا، فالفيزياء تعنى بتنسيق معطيات الحس المختلفة، التي تصل إلينا من العالم الخارجي الموجود خلف أعضاء الحس، فإن أمكن للحواس أن تستقبل وتقيس معطيات حسية دقيقة إلى درجة لا نهائية فسـوف نتمكن من حيث المبدأ من تشـكيل صورة دقيقة تبلغ درجة الكمال لهذا العالم الخارجي، ولكن حواسنا لها حدودها وقدراتها الخاصة، وهـذه الحدود يمكننـا أن نتجاوزها إلى درجة كبيرة إذا اسـتعنّا بالأدوات والأجهـزة، فمثـلا نعـوض النقـص في أعيننـا باسـتعمال التلسـكوبات والميكروسـكوبات.. إلـخ.. ولكن هناك حدودًا أبعـد من ذلك لا يمكننا أن نتجاوزهـا مهـما لجأنـا لـلأدوات والأجهـزة والسـبب في ذلـك أننا لا نسـتطيع أن نسـتقبل من العالم الخارجي رسالة تحتوي على معلومات أدق ممـا يحمله فوتـون كامل، لأن الفوتون ما هو إلا مقـدار محدود من الطاقة، وعـلى هذا فليس مـن حقنا أن نطمع في دقة لا نهائيـة لأن أفضل الأجهزة

التي تملكها لا تعطينا سوى صورة تقريبية مشوشة وغير مصقولة، يمكن تشبيهها بالصور التي يكونها الأطفال عندما يلصقون قصاصات من الورق الملون فوق إحدى اللوحات، وقد نحسب أنه في استطاعتنا تجنب هذا التعقيد إذا استخلصنا إشعاعًا طول موجته لا نهائي، فتكون الطاقة التي تحملها كمات هذا الإشعاع صفرًا، وعلى هذا نتوقع من الإشعاع أن يسمح لنا بفحص واكتشاف العالم الخارجي إلى درجة لا نهائية من الدقة والحساسية وهو أمر صحيح إذا اقتصرنا على الاهتمام بقياس الطاقة، ولكن أي صورة صادقة للعالم الخارجي تحتاج أيضًا إلى قياس دقيق للأطوال والمواضع، وفي هذا القياس يكون الإشعاع طويل الموجة عديم النفع، فمثلاً عندما نرغب في قياس أي طول إلى درجة من الدقة تبلغ جزء من مليون من البوصة، لا نستعين بمسطرة مدرجة إلى بوصات فقط، وعلى نفس الأساس تعامل الكمية التي يساوي طول موجها بوصة على أنها مسطرة مدرجة إلى بوصات، أما الكمية التي يكون طول موجها لا نهائيًا فتعتبر غير مدرجة على الإطلاق وعلى هذا فعندما نستبدل كمًا ذات طول موجي قصير بأخرى ذات طول موجي طويل نغير موضع الصعوبة ولكننا لا نلغيها ويمكن أن نشبه ذلك بالصعوبة التي نجدها في التصوير الفوتوغرافي، فعندما تصور جسما بتحرك بسرعة، فإن الفيلم لا يمكنه أن يسجل ما يصغر عن مقياس حبيبات الفيلم الحساس، فإذا استخدمنا فيلما حبيباته كبيرة فلن تظهر التفاصيل الدقيقة للصورة، أما إذا حاولنا التغلب على مشكلة الدقة باستعمال فيلم حبيباته صغيرة جدًا، فسوف نتخلص من مشكلة لنقع في أخرى، فسرعة الفيلم ستنقص كثيرًا إلى درجة أنه سيظهر

مشوشًا، لأن موضوع الفيلم يكون قد تحرك كثيرة خلال الفترة التي يلزم تعرضه للضوء خلالها.

ستعود فيما بعد لتناول النتائج الفيزيائية لهذا المبدأ من التفصيل، أما الآن فلننتقل إلى نتيجة أخرى للحقيقة القائلة بأن معرفتنا عن العالم الخارجي تصل إلينا من خلال تأثير كمات كاملة.

الذات والموضوع:

كان من المفترض أنه في مشاهدة الطبيعة وكما نجد في أنشطة حياتنا اليومية، يمكن تقسيم الكون إلى قسمين منفصلين ومتميزين هما: الذات المدركة والموضوع المدرك، وكان علم النفس يعد استثناء واضحًا لتلك القاعدة لأن المدرك والمدرك ربما كانا نفس الشيء، والذات والموضوع قد ينطبقان أو يتداخلان، أما في العلوم الدقيقة وعلى الأخص الفيزياء، فقد افترضوا أن الذات والموضوع متميزان تمامًا، حتى أنه يمكننا أن نتقي أي جزء من الكون وتعده بحيث يكون مستقلاً تمامًا في وصفه عن الشخص الذي يشاهده وأيضًا عن الظروف الخاصة المحيطة به.

وأوضحت نظرية النسبية سنة 1905 في البداية أن هذا الأمر ليس كما افترضوا تمامًا، لأن الصورة التي يصنعها أي راصد للعالم تعتبر إلى حد ما ذاتية، وحتى إذا صنع كل الراصدين المختلفين صورهم في نفس اللحظة من الزمان وعند نفس النقطة من المكان فسوف تختلف الصور ما لم يكن الراصدون يتحركون جميعًا بنفس السرعة، فعندها فقط تتطابق الصور، وإلا اعتمدت الصور على ما يشاهده الراصد وعلى سرعته في

الحركة في أثناء مشاهدته لها وأتت نظرية الكمات لتجرنا إلى أبعد من ذلك، فكل مشاهدة تتضمن انتقال كمة كاملة من الموضوع المدرك إلى الذات المدركة، والكمية الكاملة تقوم بعمل ازدواج هام بين المشاهد والمشهد لذلك لا يمكننا أن نضع فاصلاً تعسفيًا بين الاثنين، لأن تلك المحاولة تتطلب منا أن تتخذ قرارًا اختياريًا بشأن النقطة المحددة التي نقسم بين الذات والموضوع، وهو ما يبعد بنا عن الموضوعية التامة التي تتطلب معاملة المشاهد والمشهد على أنها طرفان في تركيب واحد، فيجب علينا لذلك أن نفترض أنهما يشكلان كلا لا ينقسم، ويجب أن نضعه في اعتبارنا عند النظر إلى الطبيعة أو الموضوع أو أي دراسة نقوم بها، ويبدو الآن أن المشكلة ليست في الشيء الذي ندركه بل في عملية الإدراك ذاتها، والمهم هو العلاقة نفسها بين الذات والموضوع، وفي عالم الذرات والالكترونات يؤدي هذا التطور الجديد إلى اختلاف ملحوظ، أما في دراستنا لعالم المقاييس الإنسانية فيمكننا أن نستمر على عادتنا.

عندما يتابع عالم الفلك حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية، من خلال ملايين الكلمات التي يقذفها الكوكب في الثانية، فيمر بعضها خلال التليسكوب الفلكي إلى عينيه، وبملاحظة الاتجاهات التي تصل منها الكلمات يمكنه تتبع حركة الكوكب عبر السماء ووصفها، ولكن انطلاق كل كمة يجعل الكوكب يعاني من ارتداد يغير حركته، وهذا التغير ضئيل جدا لدرجة أنه يصح إهماله، أما عندما يحاول الفيزيائي أن يتتبع حركة أحد الالكترونات داخل ذرة، فليس في مقدوره أن يكتسب معرفة عن حالة الذرة الداخلية إلا بجعلها تقذف كمية كاملة من الإشعاع، ولكن

قـذف كمة من الإشـعاع حدث خطير يزلـزل الذرة الدرجـة تغيير حركة الذرة الكلية، والنتيجة العملية لذلك هي ذرة جديدة.

قـد تهيئ لنا سلسـلة مـن الكلمات شرائح مـن المعلومات عـن المراحل المختلفة للذرة، ولكنها لا تعطينا تسـجيلاً عن الحركة المسـتمرة، والواقع أنه لا وجود لمثل هذه الحركة المسـتمرة لكي نسجلها لأن انطلاق كل كمة بكسر الاستمرار.

لهذا السـبب فـإن البحث حول اتفاق حركة الذرة مع القوانين السـببية أمر غير ذي جدوى، لأن صياغة قانون السببية يفترض مبدئيًا وجود نظام موضوعي منفصل بحيث يتمكن المشاهد المعتزل من مراقبته دون أن يخل بنظامه، فإذا راقبنا مثل هذا النظام في حالة خاصة وفي لحظة معينة، فلنا أن نتسـاءل هل يمكن التنبؤ بحالته في المسـتقبل أم لا، ولكن عندما لا يوجد تميز حاد بين المشـاهد والمشـهد، فإن السـؤال يصبح عديم المعنى لأن أي مشاهدة سيقوم بها لابد أن تؤثر في مجرى النظام في المستقبل.

وتعميمًا لما سـبق، نقول إن قانون السـببية يكتسـب معنى على شرط واحـد فقـط، هـو أن يكـون لدينـا جسـيمات لا نهائيـة الصغر نشـاهد بهـا النظـام دون أن نخـل به، وعندما تكـون أصغـر الأدوات لدينا هي الفوتونـات والالكترونـات، فالميكانيـكا الكلاسـيكية تخبرنـا بـأن عالم المقاييس الإنسـانية تسود فيه السـببية، أما بالنسبة للأنظمة الأخرى فلا معنـى للسـببية طالما ظلـت معرفتنا عن النظام تتحكـم في مجرى أحداثه وتعوقنا عن تتبعه.

أمامنا الآن ست نتائج هامة ترتبت على فكرة ذرية الإشعاع، بالإضافة إلى الحقائق المقبولة عن النظرية المتاوجية للضوء التي ذكرناها، وهذه هي:

1- إذا أخذنا الظواهر في اعتبارنا، فإن اتساق الطبيعة يختفي.

2- تصبح المعرفة الدقيقة عن العالم الخارجي مستحيلة بالنسبة لنا.

3- لا يمكن تمثيل خطوات طبيعية بكفاءة داخل إطار المكان والزمان.

4- لم تعد التفرقة بين الذات والموضوع محددة أو دقيقة، والدقة الكاملة يمكننا أن نتوصل إليها فقط إذا أدمجنا الذات والموضوع في وحدة واحدة. مكتبة سُر مَن قرأ

5- طالما أخذنا معرفتنا في الاعتبار، فإن السببية تصبح بلا معنى..

6- إذا كنا ما نزال نرغب في التفكير في أحداث عالم الظواهر على أنها بحكمها قانون السببية فعلينا أن نفترض أن هذه الأحداث حتمية في طبقة ما من العالم وراء عالم الظواهر، وعلى هذا فهي بعيدة عن تناولنا.

نظرية (بور) عن الأطياف الذرية:

ننتقل الآن من الاستنتاجات العامة **لنظرية الكم** إلى تطورات معينة فيها، أبرزها افتراض (بور) 1913 بأنها تقدم حلا للغز القديم عن الأطياف الذرية.

في 1911 وصف (رذرفورد) الذرة على أنها نموذج مصغر للمجموعة الشمسية، مجموعة من الالكترونات تدور حول نواة متماسكة في المركز، ويجب على الالكترون أن يستمر في حركته المدارية حول النواة كي

يتجنب السقوط عليها، ولكننا رأينا فيما سبق أن هذه الصورة لا تتفق مع الميكانيكا الكلاسيكية فوفقًا لها سيستمر الالكترون يشع طاقة نتيجة لحركته المدارية، وبذا سيسقط حلزونيًا بالتدريج نحو النواة التي ستمتصه في النهاية، ولذلك فالذرات ستكون تركيبات مؤقتة وأحجامها تتبدل وتتعدل باستمرار.

علاج لهذه العيوب، أدخل (بور) فكرة ذرية الطاقة على الذرة نفسها، ويمكننا أن نشرح هذا جيدًا على أبسط أنواع الذرات - ذرة الهيدروجين، فهي تحتوي على الكترون وحيد منفرد يدور حول النواة، افترض (بور) أن الذرة لا يمكن أن تكون بأي حجم كان، بل تكون فقط بالحجم الذي يحتوي على عدد صحيح من الكمات أو الطاقة، وحتى ذلك الحين **كانت** طاقة الكمة دام تساوي (ه) من المرات تردد الإشعاع الذي تنتمي إليه الكلمة، ولكن لأنه لا يوجد إشعاع يقدم مقياسًا للتردد، فقد قاس (بور) كماته على أساس التردد الذي يصف به الألكترون مداره.

بهذه الطريقة تجنب (بور) التناقض المستمر في حجم الذرة والتسرب الدائم للطاقة، ولكن الذرة لم يبق لها أي فرصة للإشعاع، على حين أن ذرات الهيدروجين يمكنها بالتأكيد أن تقذف الإشعاع وتمتصه، لهذا اقترح (بور) أن الالكترون لا يظل إلى الأبد في نفس المدار من الذرة، بل إنه قد يقفز من أحد المدارات المسموح بها إلى الآخر، وتلك هي قفزات الكنغر التي تحدثنا عنها من قبل ، وللمرة الثانية نقول إن العملية في تفاصيلها النهائية غير قابلة للتصوير، فالالكترون عندما يغير مداره، تتغير الطاقة الداخلية للذرة، فإما أن تطلق أو تمتص طاقة، وافترض (بور) أنه في أي

حالة الطاقة التي تتحرر أو تمتص تكون على هيئة كمًا واحدًا من الإشعاع، وهو ما جعل تردد الإشعاع ثابتة، وفي كل التطبيقات السابقة **لنظرية الكم** استخدم قانون (بلانك) الذي ينص على أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الإشعاع عندما يكون التردد معروفة، ولكن في الحالة السابقة استخدمت الصيغة بالطريقة العكسية، حيث **كانت** طاقة الفوتون المقذوف معروفة منذ البداية واستخدمت المعادلة لحساب التردد، وقد وجد أن الترددات المحسوبة بهذه الطريقة تتفق تمامًا وبمنتهى الدقة مع الترددات التي تشاهد في طيف الهيدروجين.

وهذا الطيف من النوع المعروف في التحليل الطيفي: بالطيف الخطى، linear spectrum ويظهر مجموعة من الألوان البراقة على خلفية مظلمة تدل على أن الإشعاع يجزئ نفسه بين عدد من الترددات المحددة بوضوح وفيما بينها لا يوجد أي إشعاع، وقبل أن يظهر تفسير (بور) كان مفترض أن هذه الترددات تدل على حدوث اهتزازات داخل ذرة الهيدروجين مثل ترددات النوتة الموسيقية التي نسمعها عندما يهز الجرس أو وتر البيانو، ولكن اتضح الآن أن أصل هذه الترددات مختلف تمامًا، وأن الطاقة المتمثلة في الطيف لم يطلقها أي اهتزاز أو غيره من الحركة المستمرة، بل أطلقتها القفزة المفاجئة لأحد الالكترونات إلى مدار ذي طاقة أقل، ويتحدد تردده بمقدار القوة الدافعة التي تصنع كمًا وأحدًا.

في السنة نفسها التي أخرج فيها (بور) هذه النظرية الثورية، قام (فرانك) Franck (وهرتز) Hertz بإمرار حزمة من الالكترونات المتحركة ببطء خلال أحد الغازات، وقاسا مقدار الطاقة التي منحتها الالكترونات

المنفردة لجزيئات الغاز عند التصادم، ووجدا أن المقادير المختلفة من الطاقة التي فقدتها الالكترونات تساوي دائمًا ما يلزم لرفع الذرات من أحد الأوضاع التي تسمح بها نظرية (بور) إلى الآخر، وهو ما برهن على أن هذه الأوضاع موجودة في الحقيقة وأن الانتقال بينها يحدث فعلاً.

خلاصة ما سبق أن نجاح نظرية (بور) جعل الذرة تبدو لا كتركيب دائم التغير، يتسرب منه الإشعاع كما يتسرب الغاز من البالون المثقوب، بل كتركيب يطلق ويمتص الإشعاع على هيئة حزم عبر لحظات محددة من الزمن، وعلى هذا فإن طاقة الذرة لا تتغير باستمرار، ولكنها تقفز فجأة عند تلك اللحظات من قيمة الأخرى، ولا يسمح لهذه التغيرات في الطاقة إلا على هيئة مقادير محسوبة بالضبط، هذه المقادير تشكل سلسلة من مستويات الطاقة، مرتبة مثل درجات السلم، وطاقة الذرة يمكنها أن تنتقل من إحداها إلى الأخرى على حين لا يمكنها أن تظل معلقة في الهواء بين درجتين، وعندما تخطو إحدى الذرات إلى مستوى طاقة أقل فإن مكوناتها تعيد ترتيب نفسها فجأة وكأنها بيت هش ينهار.

القوانين الأساسية للنشاط الإشعاعي

كانت العلامة الكبرى الثانية في الفيزياء الحديثة هي اكتشاف (رذرفورد) (وسودي) للقوانين الأساسية للنشاط الإشعاعي. في 1898 والسنوات التي تلتها مباشرة، اكتشف (بيكريل) Becquerel (وآل كوري) مجموعة من المواد أطلق عليها فيما بعد اسم والمواد المشعة،، **كانت** لها خواص في غاية الغرابة، فلها القدرة على إتلاف الألواح الفوتوغرافية

المحفوظـة قريبة منها، وعلى أن تظـل حرارتها دائمًا أعلى قليلاً مما يحيط بها، ويمضي الوقت عرف السـبب في ذلك، فهذه المواد لا تطلق إشـعاعًا عاديًا يتناسب مع حرارتها فحسب، بل تطلق أيضا إشعاعات أخرى من مصادر في باطن الذرة، وعند تتبع هذا الإشـعاع أو النشـاط الإشعاعي كما نسميه إلى أصلـه، أو عـلى الأصـح أصوله، حيـث تبين وجود ثلاثة إشـعاعات، نجـد أنه نتيجـة للتفجيرات الداخليـة في باطن الـذرة وكل ذرة من المواد النشـطة إشـعاعًا يمكـن تصويرهـا كنـواة في المركز تحيط بهـا مجموعة من الالكترونات، والنواة المركزية لا يجوز أن نتصورها كجسيم مصمت، بل كتركيـب معقد من عدة مكونات، وهذه المكونات قد تعيد ترتيب نفسـها فجأة، وفي ذلك قد تطلق إما جسيمًا ثقيلاً (يعرف بجسيم ألفا) أو الكترونًا سريع الحركة (يعرف بجسـم بيتا 8) أو كمة ذات إشـعاع تردده عال جدة وتعرف بأشعة (جاما 8).

وهـذه العمليـات الثـلاث يمكـن وضعهـا تحـت الاصطـلاح العام: (التحول الإشـعاعي) لأن كلا منها يحول الذرة الأصلية النشطة إشعاعيًا إلى ذرة مختلفـة، وسرعـان ما وجد أن أغلب المواد النشـطة إشـعاعيًا لكل منهـا نوعـه المميز مـن الإشـعاع، وكل ذرة من المـادة (أ) تتحـول إلى ذرة مـادة أخـرى (ب)، وهذه إلى ذرة مـن (ج) وهكذا... وتجـاوز عن بعض الاسـتثناءات غير الهامة، فالقاعدة أن التحول الإشـعاعي يسـلك طريقة محددة موحد الاتجاه بدون تفرعات.

كانت الخطوة التالية هي تقصى السرعة التي تسافر بها إحدى الذرات على هـذا الطريق، فالإشـعاع المألوف بطلـق بمعدل تحـدده درجة حرارة

المـادة التي تطلقه، فالمادة السـاخنة تطلق الإشـعاع بوفرة، والمـادة الباردة تطلقـه بقلـة، ولم يكـن بعيـدًا عـن العقل توقع حـدوث نفـس الشيء مع النشـاط الإشـعاعي الـذري، ولكن التجربـة أوضحت خطأ ذلـك، فإذا أتينا بكتلتين متماثلتين من إحدى المواد المشـعة وسـخنا إحداهما إلى أقصى درجـة حرارة يمكن التوصل إليها في العمـل، وبردنا الأخرى إلى أدناها، فستظلان تشعان بالضبط بنفس المعدل السابق.

ووجـد أن هـذا نفسـه يحدث حتـى إن غيرنـا كل الظـروف الفيزيائية الأخرى، ففي المليجرام من الراديوم، تضمحل 500 مليون ذرة كل ثانية، وكلها تعطي إشـعاعها المميز، ولا يمكن عمـل أي شيء للراديوم أو لبيئته لكي تغير عدد الذرات المضمحلة أو خواص الإشعاع الناتج، وعلى ذلك يجـوز أن نصف الإشـعاع بأنه تلقائـي بمعنى أن مقـداره وخواصه محددة مـن الداخـل لا من الخارج وهذا هـو القانون الأسـاسي لكل اضمحلال إشـعاعي، الذي نشره (رذرفورد وسـودي) 1903، وكان يختلف تمامًا في صفاتـه عن أي قانون طبيعي معروف إلى ذلك الحين، فأوضح أن الطبيعة تتحرك بخطة مختلفة تمامًا عن كل ما يمكن توقعه.

تنشـأ أسـئلة مثيرة وصعبة عندما نتسـاءل أي الذرات سـيضمحل في البداية؟ وأيها سـيظل مدة أطول؟ ففي ثانية معينة توشك 500 مليون ذرة على الاضمحلال، ومن حقنا أن نتساءل ما الذي يحدد الذرات المعينة التي وقع عليها الاختيار؟.

لا يكمن السبب في الحالة الفيزيائية الحالية أو في بيئة كل ذرة على حدة، وإلا لكان في استطاعتنا أن نتحكم في عدد الذرات التي تضمحل بتعديل

الحالة الفيزيائية للراديوم ككل، وبالتالي حالة كل ذرة على حدة، ولا يكمن السبب في التاريخ الماضي للذرات، وإلا لأعطت الذرات ذوات التواريخ المختلفة معدلات مختلفة من الاضمحلال، وهو ما يناقض الواقع، فذرات الراديوم الشابة التي تتكون حديثًا من اضمحلال عناصر أثقل منه يكون معدل اضمحلالها مساوية تمامًا للذرات القديمة المحنكة التي تنجو من وسط مخزون راديوم عمره الاف السنين، فالقضية إذن ليست قضية أن الشاب ينجو وان الشيخ يتهاوى، بل الأقرب أن نصور ذلك سحب القرعة، فالفرص أمام الشاب والمسن متساوية والذرات أشبه ببحارة سفينة غارقة متعلقين بلوح خشبي يسحبون القرعة لتحديد من يكتب له النجاة، ولكن الطبيعة ليس فيها سحب قرعة، وكون الفرصة أمام ذرة بعينها أكبر من غيرها يبدو من وجهة النظر تلك على أنه حدث ليس له سبب.

لئن **كانت** الإثارة في هذا بالنسبة للفيزياء عظيمة وبعيدة المدى، فهي بالنسبة للفلسفة أعظم بكثير لأنها تلغي السببية من جانب كبير من صورتنا عن عالم الطبيعة، فليكن لدينا نصف مليون ذرة في هذه الحجرة، وقد عرفنا موضع وسرعة حركة كل واحدة عند أي لحظة، فهل كان عالم الرياضيات الخارق الذي ذكره **(لابلاس)** يستطيع التنبؤ بمستقبل كل ذرة؟ ربما كان يستطيع ذلك لو **كانت** حركة الذرات تخضع للميكانيكا الكلاسيكية، ولكن القوانين الجديدة تخبره فقط أن إحدى الذرات مقدر لها أن تضمحل اليوم والأخرى غدًا وهكذا، ولا يمكن لأي حساب أن يدله على الذرة التي ستفعل ذلك، ولعلنا نصور

القـدر عـلى أنه ينتقي ذراته وفقًا لمنهج لم نكتشـفه، فـإذا **كانت** الذرة (أ) تضمحـل وتطلق جسـم ألفا الخاص بها، فإنه يختلـط بالذرات الأخرى ويخل بحركتها بأسلوب معين، ولكن الأسلوب يختلف إذا **كانت** الذرة (ب) هـي التي تضمحـل، ومهما **كانت** معرفتنا عن حالة المادة في إحدى اللحظات فمن المسـتحيل من حيث المبدأ أن نعرف الحالة التي ستكون عليها في لحظة مستقبلة.

تركيب أينشتاين:

العلامـة البـارزة الثالثـة تـم التوصـل إليهـا سـنة 1917، عندما ربط (أينشـتاين) بـين قوانـين التحـول الإشـعاعي التـي بـدت مذهلـة وقت اكتشافها وقوانين **نظرية الكم** (لبلانك) التي تعادلها في خطورتها.

رأينـا كيف يمكـن للألكترونات في الذرة أن ترتب نفسـها في أوضاع جديـدة ذات طاقـة أكثـر أو أقل، وشـبهنا قفزهـا إلى مواضـع ذات طاقة أقـل بانهيـار منزل هش مـن الورق، ولتصـور الآن كرة مدفـع مكونة من ذرات الحديـد ودرجة حرارتها 1000 فهرنهايت مثلاً، ففي حين أن غالبية الـذرات في حالة انهيـار يكون بعضها في وضع طاقة أعـلى وكأنه بيت من الورق في الوقت نفسـه تجعل بعض البيوت التي انهارت تقوم ثانية، أو قد يكون هذا مجرد ما يدور بخيالنا عندما ضربنا المثال، وشبيه به إلى حد كبير مـا يحـدث في باطن كرة المدفع، فكل جسـيم صغير فيها بطلق إشـعاعا في كل الاتجاهات، وعندما يسـقط هذا الإشعاع على الذرات يغير أوضاعها، فيجعل بعض بيوت الورق القائمة تنهار وبعض البيوت المنهارة تقوم مرة ثانيـة، فـإذا كان هذا هو كل ما في الأمر، السـهل علينـا معرفة عدد بيوت

الورق القائمة والمنهارة عند أي درجة حرارة، ولعرفنا أيضا نظام الإشعاع ولكن استنتاجات هذا الفرض لا تتفق مع ما تسجله المشاهدة.

حقق أينشتاين التوافق الرائع والتام عندما أتي بفرض واحد إضافي، فافترض أن بيوت الورق القائمة لا يمكنها أن تنهار بتأثير الإشعاع، ولكنها تنهار أحيانا من تلقاء نفسها، بنفس الأسلوب ووفق القوانين التي تتحطم بها نوبات الذرات في الاضمحلال الإشعاعي، حيث يكون معدل الاضمحلال مستقلاً تمامًا عن البيئة والظروف الفيزيائية.

وفي هذا الشكل الجديد لا يعني القانون بظواهر النشاط الإشعاعي المبهمة ولكن بالإشعاع المألوف لنا في حياتنا اليومية، فهو يحكم الإشعاع الذي تقذفه الشمس على الأرض نهارًا كما يحكم ضوء المصباح الكهربي الذي ينير خطواتنا ليلا، إن كل ذرة في الكون ليست فقط معرضة للانهيار التلقائي بل هي تنهار فقط بالفعل على فترات متكررة، وهكذا اعتزلت الحتمية اعتزالاً تمامًا ليس منطقة النشاط الإشعاعي بل مملكة الفيزياء بأكملها.

الحتمية في الطبيعة:

حتى ذلك الحين ظل العلم مؤسسة على افتراض أن الطبيعة منسقة، فالأسباب المتماثلة لها نتائج مماثلة، فإن ألغينا هذا فسيبدو العلم معلقًا في الهواء، بدون تبرير لوجوده أو تفسير لنجاحه، ولكن نجاح العلم لا جدال حوله وتفسير ذلك موجود بالتأكيد.

هناك وجهان للتفسير، ففي المقام الأول يقتصر عدم الحتمية الذي توضحه **نظرية الكم** على خطوات الطبيعة في عالم المقاييس الصغيرة، وفي

المقام الثاني فحتى هذه الأحداث غير الحتمية تحكمها قوانين إحصائية، وفي كل ظواهر عالم المقاييس الإنسـانية تدخـل بلايين الالكترونات والذرات في الحساب متجمعة، وعندما نناقش مثل هذه الظواهر كما ندركها يمكننا أن نعاملهـا إحصائيًـا كمجموعة، وفي هذه المجموعات نمسـك القوانين الإحصائيـة بزمام الموقف تمامًا، ونتيجـة ذلك أن الظواهر يمكن التنبؤ بها تقريبًا بنفس الدقة، كما لو كنا نعرف حركة كل جسم في المستقبل، وبنفس الطريقـة إذا عرف الإحصائي معدلات المواليـد والوفيات.. إلخ للتعداد ففي إمكانه التنبؤ بتغيرات التعداد في المستقبل ككل دون أن يتنبأ بما سيفعله الفرد الواحد من حيث الولادة أو الوفاة، وفي عالم المقاييس الإنسـانية وما هو أصغر منه كثيرًا إلى الحد الذي لا يمكن مشاهدته بأي ميكروسكوب، سـنجد الطبيعة في كل مظاهرها تؤمن بالحتمية بكل صراحة، والأسـباب المتماثلـة لها نتائـج متماثلة، وعلى هذا فقـد أعيد الاعتبار لا تسـاق الطبيعة باستثناء عالم الكمات لا نهائية الصغر، ويمكن للعلم أن يجد مبررًا للفرض الأسـاسي الذي بني وجوده عليه، ونرى لمـاذا صارت الحتمية متضمنة في أسـاليب تفكيرنا، وكيف أتي **(ديكارت)** وأتباعه فأعلنوا أنها معرفة قبلية، apriori شـاهدوها بالرؤية الواضحة لعقولهم، في حين هي لا تنطبق على مجالات الطبيعة البعيدة عن تناولهم.

الفصل السادس

من الظواهر إلى الحقيقة

بور، هايزنبرغ، دو بروغلي، شرودنغر، ديراك

ظلت الفيزياء الحديثة التي مررنا بها، تعتمد في أساسها على أفكار (**نيوتن**)، وليس من الظلم أن نقول إنها حاولت تفسير العالم في النهاية معتمدة على مصطلحات مادية، فالعالم جسيمات تتعرض للدفع والجذب في المكان والزمان، ومع ذلك فقد وجدت الفيزياء الحديثة أنه من الضروري إلغاء معظم قوى الدفع والجذب فحركة الجهات بتأثير هذه القوى لم تعد تعتبر تغيرات تدريجية، بل هي قفزات فجائية لا يمكن التنبؤ بها، وبدا أن هذا انتهاك القانون السببية سواء فيما يتعلق باضمحلال الذرات المشعة، أو التغيرات التي تحدث داخل الذرات العادية وبدا كأن القدر يتحدى هذا القانون، فهو ينتقي ذرات معينة كي تضمحل أو تنهار، وأفعاله تبدو طائشة عندما يبعث بالكون في طريق أو آخر وفقًا لهواه.

على ضوء هذا فسرت الفيزياء الحديثة عديدًا من الظواهر التي بدت في وقتها غير قابلة للتفسير، ولكنها لم تحقق النجاح الشامل، فبينما قدمت تفسيرًا كاملاً لأبسط الأطياف كلها طيف الهيدروجين فشلت مع الأطياف الأكثر تعقيدًا.

برغم أن هذا ليس اعتراضًا قاتلاً بالضرورة، حيث إن بعض التصحيحات الإضافية أو الفروض الجديدة المقدمة من أجل هذا الغرض ad hoc قد تحقق تسوية كاملة وإن كان هذا من المستبعد، أما ما هو أخطر من ذلك بكثير فهو أن النجاح قد تحقق على حساب التخلي عن الاستمرار والسببية في نظام الطبيعة، وإدخال طائفة من القوانين الإحصائية لتحل محل القوانين الدقيقة للميكانيكا الكلاسيكية، بدون تقديم أي تعليل لضرورة اتباع تلك القوانين الإحصائية.

ليس من الضروري أن يدعو هذا لاندهاشنا، فقد رأينا فيما سبق أن أي نظام في الميكانيكا الكلاسيكية يصور العمليات الفيزيائية على أنها أحداث تجري في المكان والزمان لن ينجو من التنبؤات الخاطئة، وكذلك عندما يفترض وجود السببية والاستمرار في هذه الأحداث، وتقدمت **نظرية الكم** الأصلية (لبلانك) لتناول ذلك بافتراض حدوث عمليات من نوع جديد للغاية، ولكن هذه العمليات ظل مفترض أنها تحدث في المكان والزمان، لهذا كان التخلي عن السببية أو الاستمرار استنتاجًا حتمًا، ولم يكن هناك ما يدعو للدهشة عندما تبين ضرورة التخلي عن الاثنين، وهذه الاعتبارات العامة لم تكن متداولة على نطاق واسع، حتى أن قليلاً من العلماء وأقل منهم من الفلاسفة كانوا على استعداد لتقبل عدم الاستمرارية واللاحتمية Indeterminism كخاتمة **لنظرية الكم** القديمة.

نظرية الكم الحديثة

في سنة 1920 تام **هايزنبرغ** بمحاولة جديدة للحصول على تفسير للأطياف الذرية، وعلى أسس جديدة تمامًا، فقد توصل بالاشتراك مع (بور) إلى استنتاج أن عيوب نظرية (بور) السابقة **كانت** نتيجة افتراض نموذج للدرة مبسط للغاية، (فبور) أخطأ في افتراضه بأن الذرة تتكون من جهات تتحرك في المكان والزمان وأن الجهات داخل الذرة من نفس نوع الإلكترونات خارجها.

لا يمكننا أبدا أن نشاهد الالكترون مباشرة، وأقرب مثل لذلك هو غرفة السحاب (لويلسون) Wilson cloud -chamber فهي تمكننا من مشاهدة

أثر التكثفات التي يتركها الإلكترون خلفه عندما يشق طريقه خلال جزيئات الغاز بالغرفة، وهو ما يشبه أثر التكثفات التي تتركها طائرة تطير على ارتفاع شاهق في السماء عندما لا تتمكن من رؤية الطائرة نفسها، والأدلة الماثلة على ذلك تتعلق كلها بالإلكترونات الموجودة خارج الذرة فقط، أما الإلكترون داخل الذرة فلم يشاهده أحد وليس من الممكن مشاهدته، وليس هناك مبرر سليم لافتراضه أنه يماثل الإلكترون خارج الذرة فقد نشاهد شرارات متطايرة عندما يطرق الحداد قطعة من الحديد ليشكل حدوة حصان، ولكن لا يستدعي هذا أن نستنتج أن قطعة الحديد هي مجموعة من الشرارات أو أن خصائصها هي نفس خصائص الشرارات المتطايرة في الهواء.

تقدم لنا بحوث (بور) ما يعد أسلوبًا نموذجيًا في التعرض لمشكلات الفيزياء النظرية، فالخطوة الأولى هي اكتشاف القوانين الرياضية التي تحكم مجموعة معينة من الظواهر، والثانية هي تصميم نماذج أو صور افتراضية لتفسير هذه القوانين في مصطلحات الحركة أو الميكانيكا، والثالثة اختبار الطريقة التي تصرف بها هذه النماذج في مجالات أخرى، وهذا يقودنا إلى التنبؤ بظواهر أخرى وهي تنبؤات قد تتأكد أو قد لا تتأكد عندما تخضع لامتحان التجربة، فيلا فسر (نيوتن) ظواهر التجاذب بمصطلح قوة الجاذبية، وأتى عصر تال ليشهد إدخال الأثير المضيء في محاولة لتفسير انتشار الضوء، وبالتالي الظواهر الكهربية والمغنطيسية، وفي النهاية أدخل (بور) فكرة القفزات الكهربية محاولاً تفسير الأطياف الذرية، وفي كل حالة وفت النماذج بأغراضها الأولية، ولكنها فشلت في التنبؤ بظواهر جديدة تنبؤًا دقيقًا.

وتقـدم (**هايزنـبرغ**) لحـل المشـكلة من زاوية فلسـفية جديـدة، فأهمل كل النـماذج والصـور والأمثلـة، وميز بين المعرفـة الأكيدة التي نكتسـبها بملاحظة الطبيعة والمعرفة التخمينية التي ندخلها عندما تستخدم النماذج والصـور والأمثلـة، ونظرا لأن المعرفـة الأكيدة لا تكـون إلا عددية، كان من الضروري أن تأتي نتائج (**هايزنبرغ**) في صورة رياضية ولهذا السبب لم تتمكن من الكشف عن الطبيعة الحقيقية للكيانات أو العمليات الموجودة في الفيزياء.

بدأ (**هايزنبرغ**) بتناول مشكلة الأطياف الذرية فوجد خامته الأساسية مـن خلال تسـجيل طائفة من القياسـات الـترددات الضوء الذي تشـعه ذرات العناصر الكيميائية.

تحقق العلماء من وجود قدر كبير من الانتظام في هذه الأرقام، ففي سنة 1908 لاحـظ (**ريتـز**) Ritz أنها تعـبر عن اختلافـات في مجموعة ترددات يمكـن اعتبارهـا أكثر أساسـية مـن هذه الـترددات، فهي من الشـكل. أ، ب، ج، ب ج، أ. ج... إلـخ حيـث أ. ب. ج.... هـي الـترددات الأكثـر أساسـية، وعـرف فيهـا بعد أن هذه الترددات الأساسـية توجـد على هيئة مجموعات، بحيـث ترتبط أعداد المجموعة الواحـدة فيما بينها بعلاقة على هيئة متتالية الأعداد الصحيحة 1، 2، 3، 4، وأكثر من ذلك اكتشف (**بور**) أن الـترددات المنتمية لأعداد كبيرة جدًا يمكن حسـابها بدقة بالرجوع إلى الميكانيكا الكلاسـيكية، فهي ببساطة تعبر عن عدد الدورات الكاملة التي يدورهـا إلكترون عادي في مدار في ثانية واحدة، عندما يكون على مسـافة كبـيرة جدًا من نواة الذرة التي ينتمي إليهـا، وهذا يعني أنه عندما يتراجع

الكـترون إلى مسـافة بعيـدة من نـواة ذرته فإنـه لا يكتسـب فقط خواص الإلكترون العادي بل أيضا يتصرف كأنما يخضع للميكانيكا الكلاسيكية، ومـع ذلـك فشـلت هـذه الميكانيـكا تمامًـا في حسـاب الـترددات الخاصة بالمدارات الصغيرة.

ونشـأ موقـف مماثـل لذلـك في الفلـك، فقـد تبـين أن قانـون الجاذبية (**لنيوتـن**) تنبأ بدقـة كبيرة بمـدارات الكواكب الخارجية ولكنه فشـل مع مداري عطارد والزهرة وأدخلت نظرية النسـبية للجاذبية التعديل اللازم لقانون (**نيوتن**) وعندما كان (**أينشتاين**) منشغلاً بتفاصيل النظرية الجديدة تبـين له أن قانـون (**نيوتن**) أعطى نتائج صحيحة عند مسـافات هائلة من الشـمس، وعندما ووجه (**هايزنبرغ**) بمشكلة مشابهة، استفاد من الحقيقة القائلة بأن الميكانيكا الكلاسيكية أعطت نتائج سليمة عند مسافات كبيرة مـن نواة الذرة، وبذلـك التقت نظرية (**هايزنبرغ**) بعـالم الفيزياء القديمة، لأن الميكانيكا الكلاسيكية أسست على مفهوم الجهات المتحركة في المكان ومـن خلال هذا المفهـوم دخلت نظريـة (**هايزنبرغ**) في علاقـة مع المكان والحركة والجهات المادية.

وهكـذا التقت نظرية (**هايزنـبرغ**) مع الميكانيكا الكلاسـيكية ونظرية (**بـور**) في المناطـق الخارجيـة مـن الـذرة، أما في داخـل الذرة فقـد حاول (**بـور**) الإبقـاء عـلى فكـرة أن الإلكـترون جسـيم مـع تعديـل الميكانيكا الكلاسـيكية، أمـا **هايزنـبرغ** فاتخذ طريقة مضـادة، فخطوتـه تتلخص في الإبقـاء عـلى الميكانيكا الكلاسـيكية على الأقل مـن الناحية الشـكلية مع تعديل الإلكترون، وبالفعل تلاشى الالكترون كلية، وكان هذا أمرًا لازما

لأن وجوده يقوم على الاستنتاج لا المشاهدة المباشرة، ولنفس السبب لا تحتوي النظرية الجديدة على أي ذكر الذرات أو انوية أو بروتونات أو كهربية في أي شكل أو صورة، فوجود هؤلاء جميعًا مسألة استنتاج، ولم يكن ممكنًا لنظرية (**هايزنبرغ**) بشكلها الرياضي أن تحتك بكل هؤلاء أكثر من احتكاكها بمواضيع بعيدة تمامًا كالحديث عن كفاءة أحد التوربينات أو سعر القمح.

ثم قام (**بورن**) و(**جوردان**) بتطوير هذه الأفكار رياضيا، وبينا أن الميكانيكا الكلاسيكية تصلح لتفسير كافة الظواهر الطبيعية، بشرط أن تغطى معاني جديدة تماما للرموز (ك، ل) وهي التي استخدمت لوصف موضع وحركة الالكترون، فالأشياء التي تمثلها هذه الرموز تكتسب صفات جديدة تجعل من المستحيل عليها أن تمثل كمية الحركة أو المسافة البسيطة التي يتحركها جسيم، وهي لم تعد كمية خالصة بأي وجه من الوجوه، فكل منها أصبح مجموعة كاملة من الكميات.

أهم الصفات الجديدة هي أن حاصل الضرب (ك ل) لم يعد مساويًا الحاصل الضرب (ل ك)، أو في عبارة أخرى، لم يعد النظام الذي نقوم فيه بضرب العاملين في بعضيهما أمرًا مهملاً فسوف نجد دائمًا أن الفارق بين (ك ل) و(ل ك) يساوي دائمًا ثابت بلانك (هـ) مضروبًا في مضاعف عددي، هذه العلاقة الأخيرة، بالاشتراك مع المعادلات الأساسية المشتقة بأكملها من الميكانيكا الكلاسيكية تقدم لنا علاقة أو معادلات رياضية تكفي لحل أي مشكلة في ميكانيكا الكم، كما أنها على حد المعروف لنا حاليًا، تؤدي دائمًا إلى الحل الصحيح، وعلى قدر ما يتوفر لنا من معرفة

في الحاضر فالوصف الحقيقي للنسـق الذي تجرى عليه الأحداث يجب أن يعتمد على هذه العلاقة الرياضية.

قـد نظن أن ميكانيـكا الكم تزيد على الميكانيكا الكلاسـيكية في علاقة واحـدة، هي التي تعطينا قيمة (ك ل) - (ل ك)، ولكن هذا ليس صحيحًا لأن (ك ل) - (ل ك) لهـا قيمـة واحـدة في ميكانيـكا الكـم، وقيمـة مختلفة هي الصفر في الميكانيكا الكلاسـيكية، والاختلاف الحقيقي هو أن قيمة ك ل - ل ك مذكـورة بوضوح في ميكانيـكا الكم، في حين تفترض الميكانيكا الكلاسـيكية ضمنيًـا أن طبيعـة ك، ل نجعل قيمـة (ك، ل) مسـاوية تمامًا لقيمة (ل ك).

وحتـى إذا اتفقنـا على هذا، فقد نظل على رأينـا في أن ميكانيكا الكم تختلف جذريًا مع الميكانيكا الكلاسيكية، لأن (ك ل) - (ل ك)، تختلف في قيمتهـا لـدى النظامين، ولكـن هذا ليس صحيحًا، فعندما نسـتخدم ميكانيكا الكم لتناول مشـكلة على مسـتوى المقاييس الإنسـانية، تكون ك، ل كبيرتـين لدرجة أن (ك ل) يعـد مضاعفًا هائلاً ل (هـ) ومن ثم ل (ك ل - ل ك)، وعـلى هـذا يجـوز القول إنه عندما تكـون (ك ل) مقدارًا كبـيرًا يجوز اعتبارها مسـاوية ل(ل ك) الأمر الذي يعـود بنا للميكانيكا الكلاسيكية.

وهكـذا نـرى أنـه عندمـا تكـون (ك ل) مكررة كبـيرة ل (هــ)، فمن الـضروري أن تعطينا ميكانيكا الكم نفس النتيجـة التي تعطيها الميكانيكا الكلاسيكية، أما عندما لا تكون (ك ل) مكررة كبيرة ل (هـ) فإن ميكانيكا الكـم تقدم توسـعة رائعـة للميكانيـكا الكلاسـيكية، إن ميكانيـكا الكم

(هايزنبرغ) تصدق دائمًا، أما الميكانيكا الكلاسيكية فهي مجرد حالة خاصة منها.

عندما نقوم بحل مسألة اعتمادًا على الميكانيكا الكلاسيكية فالجواب الذي نحصل عليه يصور حركة وتغير مستمرين، أما في ميكانيكا الكم فالإجابة تصف حركات قفز وتغيرات من النوع الذي قابلناه في نظرية (بور) عن ذرة الهيدروجين، فإذا وصفت حلول الميكانيكا الكلاسيكية كرة تنزلق على مستوى مائل فحلول ميكانيكا الكم تصور الكرة كأنها ترتطم بدرجات أحد السلالم، ومقدار كل قفزة يتناسب مع (هـ)، حتى إذا وصلنا إلى مسائل يكون فيها

(ك ل) مكررًا هائلاً لـ(هـ)، فكل قفزة تعتبر صغيرة جدًا مقارنة بالحركة الرئيسية لدرجة أن تتابع القفزات لا يمكن تمييزه من الحركة المستمرة وبهذه الطريقة تتحول قفزات ميكانيكا الكم إلى الحركة المستمرة لميكانيكا (نيوتن).

تمثلات تصويرية:

إذا كان أحد الأنظمة يصف النسق الحقيقي للأحداث، وهو أمر مؤكد لدينا الآن، فمن الطبيعي أن نتساءل هل يمكن الحصول على أي تمثيل مصور لهذا النظام...

أبسط طريقة لذلك هي أن نتخيل أن (ك، ل) مازالتا تحددان موضع وكمية حركة شيء ما، وهذا الشيء غير المعروف بتطابق مع الالكترون المألوف عندما يكون على مسافة هائلة من نواة الذرة، ومع ذلك فليس

لذلـك قيمـة حقيقية لأن عقولنا لا تسـتطيع أن تتصـور أي تركيب تكون فيـه (ك ل) مختلفـة عـن (ل ك)، أما إن كنـا نرغب في الحصـول على تمثيل مفيـد فعـلاً، فأمامنا مهمـة أولية هي إيجـاد نوع من التفسـير لكل من (ك ول) بحيـث لا يكـون النظام الـذي يرتبان عليه أمر مهم، وأبسـط خطوة لذلك هي تصوير (**كول**) كنوع من العاملات operators، حيث لا يكون النظام الذي تجري به العمليات أمر مهم

فمثلا إذا حكمنا على رجل بغرامة قدرها 100 جنيه ثم صادرنا نصف ثروتـه، فإن ذلك يختلـف عن مصادرة نصف ثروته ثم تغريمه 100 جنيه، فهناك فارق بالنسـبة له يقدر بخمسـين جنيها، وهو ما يذكرنا بالقيمة (ك ل) - (ل ك) في **نظرية هايزنبرغ**.

في مرحلة مبكرة من مراحل التوسـع في النظرية، وجد (**بورن**) Born **وينـر** Weiner أن هنـاك عوامـل بسـيطة للغاية تشـبع رغبتنا في ضرورة جعل (ل ك) - (ل ك) مساوية لكمية ثابتة، ولكن قبل ذلك أدت محاولات أخرى لتطوير نظرية (بور) إلى إيجاد شـكل آخر **لنظرية الكم**، هذا الشكل الجديـد هو الصورة التي توصف عـادة بالميكانيكا الموجية، وكانت أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية من **نظرية هايزنبرغ** بشـكلها الرياضي المجرد، وأدت إلى صورة للعمليات الذرية لا تختلف كلية عما قدمه بور من قبل..

وجـد العلـماء أن اسـتبدال (ك) و(ل) في نظريـة (**هايزنـبرغ**) بتلـك العامـلات المذكورة يـؤدي بنا إلى نفس المعادلات التـي وجدوها من قبل تعـبر عـن الميكانيـكا الموجيـة، فالميكانيكا الموجيـة وفقًا لذلك هـي المثيل المصـور لميكانيـكا الكـم (**هايزنـبرغ**) الأكثـر شـمولا، ويمكـن البرهنة

على أن المضمون الرياضي الميكانيكا الموجية يقف على قدم المساواة مع ميكانيكا الكم (**هايزنبرغ**)، وتبينت لنا قدرتها من حيث المبدأ - على حل مشكلة تستطيع ميكانيكا الكم حلها ومع ذلك فعلينا أن نتجنب افتراض أن الاثنين ندان تمامًا، ويجب أن نتذكر دائمًا أن ميكانيكا الكم هي عرض للحقائق في صورة رياضية مجردة، على حين أن الميكانيكا الموجية هي تمثيل مصور لهذه الحقائق، والتفاصيل المصورة قد تتفق أو لا تتفق بصدق مع حقائق الطبيعة وقبل أن نشرع في وصف هذه الميكانيكا الموجية قد يكون من المناسب أن نتعرض لبعض التجارب ذات النتائج الهامة محاولين أن نفهمها.

موجات الكترونية

عندما تعمق العلم في دراسة تركيب المادة اكتشف العلماء الجزيئات فالذرات فالإلكترونات بهذا الترتيب، وأخر هذه الجهات وهو الالكترون بدا نهائيًا، فلم يجد أي شخص أبدأ جزءا من الالكترون أو من الشحنة الكهربية.

يتكون تيار الكهرباء كالتيار الذي يحمل رسائلنا التليفونية أو بدق أجراسنا الكهربية، من سيل من الالكترونات، تتحرك كلها في الاتجاه نفسه، ومثل هذه التيارات يمكن أن تمر خلال المواد الصلبة والسائلة والغازية، ويمكن أيضا أن تمر عبر الفضاء المفرغ، وفي هذه الحالة يمكن ترتيب التيار بحيث تتحرك الالكترونات كلها في مسارات متوازية وبنفس السرعة، وعندئذ يمكن أن تشبه بالرشاش بدلاً من التيار.

إذا وضعت لوحة معدنية رقيقة في مسار رشاش من هذا النوع، فلا بد لبعض الالكترونات أن تصدم نويات والكترونات ذرات المعدن، وبما أنها ستسقط عليها بكل الزوايا الممكنة، فلعلنا كنا نتوقع أن تنحرف مسارات الالكترونات مثلما يتشتت شعاع الضوء عندما يسقط على زجاج مصنفر، بحيث تخرج الالكترونات من الناحية المقابلة للوحة المعدنية بطريقة فوضوية.

ولكن ما يحدث في الحقيقة يختلف عن ذلك كثيرًا، فقد اكتشف عالما الفيزياء الامريكيان (**دافيسون** Davisson **وجيرمر** Germer) بالصدفة أمورًا جديدة لم تكن متوقعة، فقد بدأ بدراسة قانون تشتت الالكترونات على الأسطح المعدنية، فكانا يصوبان رشاشًا من الالكترونات المتحركة على شريحة من النيكل عندما انكسر جهازهما، وفي أثناء ترميم الجهاز جعلا النيكل يسخن جدا لدرجة أنه تبلر.

من المعروف أن الأسطح المتبلورة لها صفات خاصة جدًا، فذرات المواد غير المتبلورة ليست مرتبة وفقًا لنسق معين بل هي ملقاة عشوائيًا، وكأنها حفنة من الحبوب منشورة على كومة من الرمال، أما ذرات المواد المتبلورة فمرتبة في نظام ممتاز، فهي تتشكل في نظام هندسي يتألف من مربعات ومثلثات متكررة وهكذا.. وهذه الخاصية لها قيمة عظيمة بالنسبة للفيزياء التجريبية.

كثيرًا ما يقوم العلماء بدراسة خواص الضوء باستخدام جهاز يعرف بمحززة الحيود Diffractoin-grating، وهو لوحة معدنية على سطحها خدوش عبارة عن خطوط متوازية على أقصى قدر من النظام والدقة،

بحيث تحتوي البوصة على 15000, إلى 40,000 خط وعندما ينعكس شعاع من الضوء على مثل هذا السطح، فإنه يتوزع إلى مكوناته من ألوان الطيف المختلفة، وكأنه مر من خلال جهاز التحليل الطيفي، وكلما تقاربت الخطوط المرسومة على سطح المعدن، أصبحت الإشعاعات الضوئية التي يتعامل معها الجهاز ذات أطوال موجبة قصيرة، لأن التحزيز يصبح بدون تأثير إذا زادت المسافة بين خطين متتاليين عن طول موجات الضوء، فالضوء الأحمر به 30 , 000 موجة في البوصة، والضوء البنفسجي به حوالي 60,000، ومن السهل أن نتحكم في أبعاد خطوط التحزيز بما يكفي للتعامل مع مثل هذه الموجات.

ولكن عندما نتناول الأشعة السينية فسنجد أن البوصة الواحدة تحتوي على مئات الملايين من الموجات منها، بحيث لا يمكن لأي تحزيز أن يتعامل معها إلا إذا كانت أبعاد خطوطه ذات مقاييس ذرية، ومن الواضح أن الحصول على خطوط بهذه المقاييس باستخدام الأساليب الميكانيكية أمر مستحيل، ولكن بعض التجارب التي قام بها **لوي** Laue 1912 بينت أنه لا حاجة لذلك، لأننا نجد بالفعل تحزيزات شبه كاملة من هذا النوع الذي ترغب فيه على سطح البلورات حيث تترتب الذرات في أشكال منتظمة تبلغ درجة الكمال.

أوضحت تجارب كثيرًا أن الشقوق والفجوات التي تكونها هذه السلاسل المنتظمة من الذرات، تجعل سطح البلورة بعمل وكأنه محززة حيود طبيعية.للأشعة السينية بطول موجها المعروف، وهو ما فتح أمام البحث العلمي مجالات جديدة، فقام **السير و. ه. براج** W.H.Bragg

والسير و. ل. براج W.L.Bragg بالاشتراك مع جيش من الباحثين الآخرين بدراسة ترتيب الذرات في المواد الجامدة، اعتمادًا على ملاحظة سلوك الأشعة السينية عندما تسقط عليها، على حين تجمعت معلومات قيمة حول التركيب الداخلي لهذه الذرات عندما قام **(سيجبان)** Siegbahn وآخرون بقياس أطوال موجات الأشعة السينية الساقطة على ذرات العناصر الكيميائية المختلفة.

ويمكننا الآن أن نفهم ما حدث عندما أطلق **(دافيسون)** و**(جيرمر)** رشاش الكترونات على سطح النيكل المتبلر، لقد وجدا أن الالكترونات المنعكسة لا تشتت عشوائيًا، بل تظهر ميلاً ملموسًا إلى اتجاهات معينة في فراغ، فاستنتجا أن ذلك ينشأ عن الترتيب المنتظم للذرات على سطح النيكل، ولكن لسوء الحظ لم تكن الالكترونات التي استعملوها تتحرك بسرعة تسمح لدراستهم بالتوصل إلى نتيجتها السليمة. بعدها بقليل أجرى الأستاذ ج. ب. ثومسون G.P.Thomson تجارب مماثلة باستخدام الكترونات أسرع وأساليب أفضل فصنع شرائح رقيقة لا يزيد سمك أحدها على 100 ذرة، من معادن متبلورة طبيعيًا، فكانت هذه الشرائح قوية إلى درجة الماسك وفي نفس الوقت رقيقة إلى حد السماح بنفاذ الالكترونات، ووجد ثومسون أن الالكترونات التي تتحرك بسرعة 50,000 ميل في الثانية تخترق هذه الشرائح ولا تنعكس على أسطحها، وبتسجيل مواضع الكترونات بعد اختراقها للشرائح المعدنية على لوح فوتوغرافي، وجد أن هذه المواضع مرتبة وفق نظام بالغ الدقة، فهي منسقة على هيئة دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب دوائر مضيئة مع دوائر مظلمة

حول النقطة التي كان المفروض أن يصطدم عندها رشاش الالكترونات باللوح الفوتوغرافي في غياب الشريحة المعدنية، وفي هذا دليل على أن الشريحة المعدنية لا تقذف بإلكترونات في شكل فوضوي بل هي تنشر الالكترونات بطريقة شديدة النظام ووجد أن ترتيب الالكترونات مماثل لما قد تصنعه أشعة سينية ذات طول موجة محدد معروف لو أنها مرت خلال الشريحة المعدنية نفسها، وإذا غيرنا معدن الشريحة بأي معدن آخر، فإن الترتيب الجديد سيظل مماثلاً للترتيب الذي تشكله نفس الأشعة السينية إذا مرت خلال المعدن الجديد..

عند هذه المرحلة قد نجد ما يغرينا لكي نتصور أن الترتيب المنتظم للذرات في البلورة قد طبع نفسه على رشاش الالكترونات، ولكن إذا صح أن هذا هو السبب لوجدنا أن وضع لوحين من المادة الصلبة على التعاقب في طريق رشاش الالكترونات تسبب في الحصول على ضعف عدد التشتتات في المرة الأولى، ولكن بدلا من ذلك نجد أنه يخفف من تركيز الترتيب، وهو ما يثبت أن الترتيب نتيجة لإحدى خواص الالكترونات التي تخرج إلى النور بمرور الالكترونات خلال الشريحة المعدنية، ويؤكد هذا أن الالكترونات يمكن جعلها تنعكس على سطح المعدن ومع ذلك تظهر نفس الترتيب المنتظم.

وفي كلتا الحالتين يماثل الترتيب مع ما تصنعه الأشعة السينية، فلابد أن الالكترونات تشترك مع الأشعة السينية في خواصها التماوجية ومن المؤكد أن سلوك الالكترونات في كل التجارب وكأنها نوع معين من

الإشعاع هو الأشـعة السينية يعتبر مصادفة حسابية لأن الأشعة السينية هـي الاشـعة الوحيدة التي يمكـن مقارنة طولها الموجي بالمسـافات بين الذرات.

فإذا تغيرت سرعة الرشـاش الالكتروني فسـوف يتغـير الترتيب الذي نحصـل عليـه يماثل ما قد تحدثه أشـعة سـينية ذات طـول موجي مختلف، ووجد أن الطول الموجي يتناسب عكسيًا مع سرعة الرشاش الالكتروني، فبإبطاء الالكترونات يزداد طول موجة الأشـعة المناظرة، ويكون حاصل ضرب طـول الموجـة في سرعة الالكترونات مسـاويًا لثابـت بلانك (هـ) مقسـومًا على كتلة الالكترون ك (ع x ج = $\frac{هـ}{ك}$)، إن ظهور ثابت بلانك هنـا يدعونـا بوضوح لافـتراض أن الخواص الموجيـة للإلكترونات يجب أن تربطهـا بطريقـة ما **بنظرية الكـم** وفعلاً تنبأ دو برجـلي (De Broglie) بالمعادلة التي ذكرناها اعتمادًا على **نظرية الكم** وحدها، قبل مشاهدة النسق الموجي على الإطلاق.

هـذه هـي النتائـج التجريبيـة البحتة، وقـد رأينا في الفصل السـابق كيف أن الإشعاع الذي ظنوا في الماضي أنه موجات خالصة من الممكن تصوره وكأن له بعض خواص الجسـيمات، فحزمة الإشـعاع السـاقطة على سطح مادي يمكن تصويرها كرشاش من الفوتونات، فكل فوتون يحتـل نقطة محـددة من المكان وله كتلـة وطاقة، والآن نجد أن رشـاش الالكترونات الذي ظنوا أنه يتألف كلية من جسيمات، يمكن تصور أن له بعض خواص الموجـات، على الأقل من حيث امتلاكه لطول موجة خاص به.

الميكانيكا الموجية Wave Mechanics

هذه الموجات هي محور الميكانيكا الموجية وهي في الوقت نفسه تقدم لنا تمثيلاً تصويريًا لميكانيكا الكم **لهايزنبرغ**، وبرغم أن تلك الموجات الرياضية التي حسبنا طولها بالمعادلات ليس لها وجود فيزيائي من أي نوع فإنها تدل على وجودها بتجارب تؤكد صدق ميكانيكا الكم وصحة استخدام الميكانيكا الموجية كتمثيل تصويري لها.

عندما نتعمق في دراسة خواص هذه الموجات، فسوف نجد أنها مشابهة جدًا لموجات النظرية التماوجية للضوء، وهي كما رأينا يصح وصفها أنها موجات من الاحتمالات بحيث يعطينا تركيز الموجات عند أي نقطة مقياسًا لاحتمال ظهور فوتون عند هذه النقطة وموجات الالكترونات يمكن تفسيرها بنفس الطريقة.

التحقيق ذلك فما علينا إلا أن نتخيل أن رشاش الالكترونات في التجربة السابقة قد أنقصت قوته حتى أصبح يتكون من الكترون واحد، ولأن الالكترون الواحد لا يتجزأ، فلابد أنه سيصدم اللوح الفوتوغرافي عند نقطة واحدة فقط، وهذه النقطة لابد أنها **كانت** مسودة في التجربة الأصلية، وإلا كان من الضروري أن نفترض أن الالكترون الواحد يمكنه أن يفعل ما فشلت فيه ملايين الالكترونات وكلما ازداد سواد اللوحة عند أي نقطة، ازداد عدد الالكترونات التي تصدمها عندها وعلى هذا يزداد احتمال أن يصطدم الالكترون المنفرد باللوحة الفوتوغرافية عند هذه النقطة أي أن موجات الالكترونات مثل موجات الإشعاع يمكن تفسيرها كموجات من الاحتمالات

حيث تعطينا شدة الموجات عند أي نقطة مقياسًا لاحتمال اكتشاف الكترون عند هذه النقطة.

وفقا لنظرية بلانك الأصلية، يعتبر الفوتون مخزونًا لطاقة مقدارها (هـ) من المرات تردد موجاته، ولكن الالكترون أيضا مخزون الطاقة مقدارها = ك ع 2 حيث (ك) كتلة الالكترون، (ع) سرعة الضوء، والمبادئ الأساسية **لنظرية الكم** تفترض أيضًا أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الموجات، ولذلك تردد الالكترونات يساوي $\frac{ك ع^2}{هـ}$ معنى هذا أن $\frac{ك ع^2}{هـ}$ من الموجات الكاملة تمر على النقطة الواحدة في الثانية من تعريف «تردد الموجة»، وبما أن كل موجة طولها $\frac{هـ}{ك x ع}$ حيث (ع) هي سرعة الالكترون، فالسرعة الكلية للموجات المارة على النقطة الواحدة في الثانية ستكون $\frac{ك ع^2}{هـ}$ x $\frac{هـ}{ك x ع}$ أي $\frac{ع^2}{ع}$ ، اي أن موجات الالكترونات تنتقل بسرعة $\frac{ع^2}{ع}$.

هذه النتيجة تبدو لأول وهلة مذهلة، لأنه من المتفق عليه في الفيزياء أنه لا يوجد شيء مادى يمكنه أن ينتقل أسرع من الضوء، وعلى هذا فإن (ع) وهي سرعة الالكترون المادي لابد أن تكون أقل من سرعة الضوء (ع)، والنتيجة أن وهي سرعة الموجات الالكترونية ستكون ولابد أكبر من سرعة الضوء، وهو برهان كاف منذ البداية، على أن هذه الموجات لا تنقل معها أي شيء مادي، فالاحتمالات بكل تأكيد ليست مادية ولم توهب خواص الكتلة أو الطاقة.

إذا **كانت** موجات الالكترونات تنتقل أسرع من الضوء، فقد يبدو لنا لأول وهلة أنها ستفلت من الكتروناتها، إلا أن هذا باطل تمامًا، لأنه عندما تنتقل الالكترونات خلال الفضاء بسرعة (ع) فإن المناطق التي ينتظر أن

تجدها عندها - وهي المناطق التي يحددها وجود الموجات - لابد أن تنتقل بنفس السرعة (ع)، والذي يحدث بالفعل أن هذه المناطق تنتقل بسرعة (ع) فقط، والدليل على ذلك ينتقل بنا إلى بعض اصطلاحات النظرية العامة للحركة الموجية.

تسهيلا لمناقشتنا الرياضية نقول إن أبسط الأنظمة الموجية تتكون من موجات منتظمة للغاية يتبع بعضها بعضا وتمتد إلى مسافة لا نهائية في كافة الاتجاهات، وكل موجة لها تمامًا نفس الشكل والطول، ويشبه محيطها الموجات المترقرقة على سطح ماء ساكن، وعندما نجمع مثل هذه الوحدات نستطيع أن نكون أي تشكيل من الموجات مهما كانت معقدة، ومن ناحية أخرى، فإن أي تشكيل من الموجات، مثل التشكيل الذي تصنعه عاصفة في البحر، يمكن تحليله إلى مكوناته من الوحدات الموجية البسيطة، ومن الممكن أن نحصر العاصفة داخل دائرة قطرها 100 ميل ولكن يجب أن نفترض أن أي وحدة تمتد إلى اللانهاية في كافة الاتجاهات، وهذه الوحدات الموجية ما زالت موجودة خارج دائرة العاصفة بالمعنى الرياضي، ولكن بحطم بعضه من بالتداخل، فإحدى النقط قد تعتبر قمة للموجة في إحدى الوحدات وفي الوقت نفسه تعتبر قاعة للموجة في وحدة أخرى، وبهذه الطريقة ستجد الارتفاع عن سطح الماء عند أي نقطة يساوي صفرة وسيكون البحر ساكنًا.

وعندما تهدأ العاصفة بالموجات التي تثيرها عن طريق احتكاك الرياح بسطح الماء فإن كل وحدة موجية تستمر في حركتها الطبيعية فوق سطح البحر، وكأن الوحدات الموجية الأخرى لا وجود لها، وعندما نحلل

الحركة تحلية رياضيا، سنجد أمامنا خاصيتين متميزتين، أولاهما أن تداخل الموجات خارج دائرة العاصفة يصبح أقل كمالاً باطراد الحركة لدرجة أن اضطراب البحر يمتد بالتدريج إلى خارج الدائرة، وثانيهما أن الموجات القصيرة تتلاشى أسرع من الطويلة بتأثير القوى المشتتة، لدرجة أنه في النهاية لا يبقى سائدة في المحيط سوى الموجات الطويلة.

في تناول المشكلة التي أمامنا قد نلجأ إلى تطبيق مختلف لهذه النظرية، فنقوم بإدماج عدد من الوحدات الموجية التي تساوي أطوال موجاتها طول إحدى الموجات المعينة تقريبا وليكن (ط)، وعلى هذا يمكننا أن نكون تشكيلا موجا بتركب بأكمله من موجات طول موجة كل منها يساوي (ط) بالضبط، بحيث ينتشر هذا التشكيل فوق نطاق صغير من المكان، وكما سبق أن ذكرنا فالموجات سوف يحطم بعضها بعضا خارج هذا النطاق الصغير بفعل التداخل، ويعرف التسلسل القصير من الموجات من هذا النوع (بالحركة الموجية).

لنتخيل الآن أن كل وحدة في الحزمة الموجية تنتقل خلال الفضاء بالطريقة الملائمة لطولها الموجي، ومن الشائع في الطبيعة أن تنتقل الموجات بسرعة تعتمد على طولها الموجي وفي المثال الذي أمامنا تنتقل كل وحدة تقريبًا بسرعة ملائمة لطولها الموجي (ط)، ولعلنا كنا نتوقع أن تنتقل الحزمة الموجية بأكملها بنفس السرعة تقريبًا، ولكن التحليل الرياضي يبين أنها لا تفعل ذلك، ففي مقدمة الحزمة الموجية تدأب الموجات على تحطيم بعضها بعضا بفعل التداخل، على حين أنه في مؤخرة الحزمة يحدث العكس تمامًا، والنتيجة النهائية في إيطاء سرعة الحزمة الموجية ككل، حتى أنها تتقدم

بسرعة تقل عن وحداتها الفردية المكونة لها، والتحليل المفصل يبين أنه برغم انتقال كل موجة فردية بسرعة ع فإن الحزمة ككل تنتقل بسرعة (ع) فقط، وهي سرعة الالكترون بالضبط، وهكذا نرى أن الموجات ككل لا تفلت من الالكترون.

رأينا فيما سبق أنه ليس من الملائم تصوير الإشعاع عندما ينتقل خلال الفضاء على أنه جسيمات، وهناك خاصية موازية بالنسبة للإلكترونات، فإنه لا يجوز تصويرها على أنها موجات في أثناء انتقالها خلال الفضاء، والسبب في ذلك هو أن الكميات $\frac{\text{هـ}}{\text{ك} \times \text{ع}}$، $\frac{\text{ع}^{2}}{\text{ع}}$ التي تحدد الموجات لا معنى لها بدون أن نعرف (ع) على أنها السرعة التي تنتقل بها الالكترونات خلال الفضاء، ولا يمكن تحديدها إلا في علاقة الالكترونات بمرجع آخر، كالسطح المادي الذي توشك الالكترونات على الاصطدام به، لذلك يجب أن نفكر في الموجات الالكترونية على أنها تنبثق إلى الوجود عندما يدخل تيار من الكهرباء في علاقة مع سطح مادي، مثلا نفكر في الفوتونات على أنها تظهر للوجود عندما يلاقي الإشعاع سطحًا ماديًا.

من كل ما سبق نرى أن الموجات ليس لها وجود مادي أو حقيقي مستقل، فهي ليست من مكونات الطبيعة والذي أتى بها هو محاولاتنا لفهم الطبيعة، فعلى أمل أن نجعل الصيغ الرياضية الميكانيكا الكم قابلة للفهم، رسمنا لأنفسنا صورة ذهنية تحتوي على هذه الموجات، إن التحديد الرياضي للموجات ثابت لا يتغير، فهو المكافئ لصيغ ميكانيكا الكم، ولكن تفاصيل الصورة الفيزيائية ليست ثابتة على الدوام، فهذه الصورة لو كانت مثالية لاستطعنا من خلالها أن نفسر الأمور غير المفهومة، وغاية

مـا نتوقع من هذه الصورة أن يظهر فيها ميل للدقة، وقد نعدل فيها أحيانا لكي نتناول الظروف الخاصة المشـكلة معينة، فمثلا قد يكون من المناسب أن نتخيـل الموجـات الالكترونية على أنها موجـودة في الفضاء، كما نتخيل موجات الفوتونات على أنها موجودة في المادة.

تحميـل الموجات إلى الانتشـار، مثل الموجـات في العواصف البحرية، أو الموجات على سـطح إحدى البرك، وسـواء كانت الحزمة الموجية كبيرة أو صغيرة فلابد أن تزداد اتسـاعًا باستمرار، وإذا **كانت** صغيرة في بدايتها ازداد نموهـا بسرعـة، وهـذا يبـين أن الحزمة الموجيـة لا يمكنهـا أن تمثل الكترونهـا منفردة عـلى الدوام، فالإلكترون كيـان دائم على عكس الحزمة الموجيـة، إن ميكانيـكا الموجات لا تعنـي بالإلكترونات المنفـردة وعندما نقتبس مفهوم ذرية الكهرباء من الفيزياء التجريبية، سـوف نلاحظ أن أي حزمة موجية إذا مثلت أحد الالكترونات في لحظة معينة فإنها ستكف عن تمثيله في اللحظة التالية، لأن الحزمة الموجية ستكون قد تغيرت على عكس الالكترون.

ربـما نخمن أنه يمكـن تمثيل الالكترونات في الظـروف المختلفة بحزم موجيـة مختلفـة، فلتتحقـق من هذا بمناقشـة ظـروف أحـد الالكترونات الموافقة لبعض أنواع الحزم الموجية.

فلنتخـير أولا الحالة التي تكـون فيها الحزمة الموجية ذات طول موجي قصـير قـصرًا لا نهائيًا، مجرد نقطة في المـكان، مثل هذه الحزمـة الموجية قد تبـدو ملائمـة تمامًـا لمثيل الالكـترون في أغلـب الظروف، ولكـن حقائق الرياضيـات تخبرنا أن حزمـة موجية من هذا النوع لا يمكن أن تقارن بأي

طول موجي، فليس هناك مجال لظهور الخواص الموجية، وقد رأينا من قبل أن حزمة طولها الموجي (ج) تمثل الكترونًا يتحرك بسرعة $\frac{هـ}{ك \times حـ}$ بحيث إذا لم تكن لدينا فكرة عن قيمة (ح) فلن نتمكن من معرفة سرعة الالكترون.

فإذا جعلنا طول الحزمة الموجية يزداد تدريجيًا، فسوف تنشأ خواص موجية مؤكدة شيئًا فشيئًا، وفي النهاية تصبح الحزمة عبارة عن سلسلة لا نهائية من الموجات، كل منها لها طول موجي مساو للطول الموجي للحزمة، فإذا قمنا بتمثيل الكترون بمثل هذه السلسلة اللانهائية من الموجات، فستمكن بالطبع من تحديد سرعة حركته بدقة مطلقة، فهي ببساطة $\frac{هـ}{ك \times حـ}$، لأننا لا نواجه صعوبة في تحديد قيمة (ح) ولكننا في الوقت نفسه نعجز تمامًا عن تحديد موضع الالكترون، فالحزمة الموجية أصبحت سلسلة لا نهائية من الموجات غير واضحة المعالم، وليس هناك ما يبرر تخصيص موضع معين للإلكترون بدلاً من غيره، وهكذا نرى أن سلسلة من الموجات القصيرة ستحدد موضع الالكترون في الفضاء ولكنها ستفشل في تحديد سرعة حركته، على حين أن سلسلة من الموجات الطويلة ستخبرنا بسرعة حركته ولكنها لن تعين موضعه في المكان، ولا يمكن لأي حزمة موجية نتصورها أن تتضمن كلا من سرعة حركة الالكترون وموضعه بدقة مطلقة. يذكرنا هذا بالنتيجة التي توصلنا إليها سابقًا، فقد رأينا أن اكتشاف الطبيعة عن طريق التجربة لا يسمح لنا بالدقة المطلقة، لأن من المستحيل أن ندرك شيئا عن العالم الخارجي يكون أصغر من الفوتون، وإذا اعتبرنا الالكترون جسيمًا متحركًا فليس لدينا أي تجربة تعين لنا سرعة حركته وموضعه في المكان بدقة كاملة، فإذا رصدنا

الالكترون باستخدام كمات منخفضة التردد فإن موضع الالكترون سيصبح بالضرورة غير محدد، أما الكمات عالية التردد فتؤدي إلى الانتقال بعدم التحديد نحو تعيين كمية حركة الالكترون، لأن الفوتون المحمل بطاقة عالية يعطى الالكترون دفعة شديدة عندما يتركه، وليس هناك أي تجربة تخلصنا من عدم التحديد في هذين المقدارين في آن واحد، لدرجة أن حاصل ضرب المقدارين لا يمكن أبدا أن يساوي صفرًا، وأوضحت دراسة قام بها (**هايزنبرغ**) أن حاصل الضرب لا يمكن أبدا أن يقل عن ثابت بلانك (هـ)، ويعرف هذا بقاعدة (**هايزنبرغ**) لعدم التيقن Uncertainty أو عدم التحديد Indeterminacy.

رأينا أن الحزمة الموجية المعبرة عن أحد الالكترونات تظهر نفس النقص في الدقة، وأوضحت الدراسات الرياضية المفصلة أنه مهما كانت الحزمة الموجية التي يقع عليها اختيارنا للتعبير عن الالكترون، فإن حاصل ضرب عدم التحديد الموضع الالكترون في عدم التحديد الكمية حركته لن يقل أبدًا عن ثابت بلانك (هـ) وهو ما تأكد منه (**هايزنبرغ**) بالتجربة

عندما يصور الالكترون على أنه جسم يتحرك في المكان فإن له سرعة حركة محددة وموضعًا محددًا، ويمكن أن نعين لها كميتين عدديتين، والمشكلة التي أبرزها مبدأ عدم التحديد ليست أن هاتين الكميتين غير موجودتين ولكن أنا لا نملك وسيلة عملية لقياسها، إن هاتين الكميتين موجودتان بالنسبة للإلكترون وليس بالنسبة لمعرفتنا عن الالكترون، أما عندما نصور الالكترون على أنه حزمة موجية، فهاتان الكميتان لا وجود لها حتى في الحزمة الموجية.

كان (بـور) Bohr أول مـن أبرز هـذا، وهذا يعطينا مفتـاح الغموض الموقـف، ويكشـف السر في أن الأنـواع المختلفة من الحزمـات الموجية لا يصـح افـتراض أنها تمثل أنواعـا مختلفة من الالكترونـات، أو الكترونات في حـالات مختلفـة، أو الكترونات تحت ظروف مختلفـة بل هي تمثل أنواع مختلفة من المعرفة التي يمكننا أن نملكها عن الالكترونات، ومثلما وجدنا من قبل أن موجات النظرية التماوجية للضوء، تمثل معرفتنا عن الفوتونات يمكننا كذلك أن نرى موجات الميكانيكا الموجية على أنها تمثل معرفتنا عن الالكترونـات، والمجموعتـان من الموجات هما تركيبـان عقليان يخصاننا، وكلتاهما تنتشران في الأماكن التصويرية و«انظر الفصل الرابع».

بـين هذيـن النوعـين مـن الموجات تشـابه تـام ما عـدا جانبًـا واحدًا، فموجـات النظرية التماوجية للضوء يمكـن تمثيلها في مكان ثلاثي الأبعاد ممـا يجعـل المـكان الفيزيائـي المألوف مناسـبة لمثيلهـا، والموجـات الخاصة بألكـترون واحـد يمكـن أن تمثلها في مـكان ثلاثي الأبعاد، أمـا الموجات الخاصـة بألكترونـين فيلزم لهـا مكان سـداسي الأبعاد، بحيـث يحتاج كل الكترون إلى ثلاثة أبعاد، وكذلك تحتاج الموجات الخاصة بمليون الكترون إلى مـكان واحـد ذي ثلاثـة ملايين من الأبعـاد، وهكذا نـرى أن الصورة الموجية التي تخص أبسـط مجموعة من الالكترونات أو غيرها من الجهات لا يمكن أن نرسمها في المكان العادي.

هـذه الصـورة الموجيـة التـي وصفناهـا تنسـب **(دي بـرولي)... (وشرودنجـر)**،. **(وبـور)**.. **(وهايزنـبرغ)** وهـي ذاتيـة بمعنـى أنهـا قـد تعتمـد عـلى التجـارب التي أجريـت مؤخرًا عـلى الالكترونـات، كما أنها

أيضـا موضوعية بمعنـى أنها تظهر إمكانيات لتفسـير الواقـع الموضوعي مماثلـة لإمكانيـات الصورة الجسـيمية وهـي تعطينا حلولاً سـليمة لكثير من المشـاكل التي تفشـل فيها الصورة الجسـيمية بل إن الصيغة الرياضية للصـورة الموجية تجعلهـا مكافئة تمامًا لنظام (**هايزنـبرغ**)، وهو نظام تعلم من خطوات اشتقاقه أنه صادق بالضرورة مع الواقع.

ونسـارع فنضيـف إلى ذلـك أن الحـالات التـي تحقـق فيهـا الصورة الموجية نجاحًا أكبر من الصورة الجسـمية ليسـت هي الحالات التي تمثل فيهـا معرفة فـرد معين، فعـلى غالبيتها أن تتنـاول الأطيـاف الذرية فهي معنيـة بحركة الالكترونات حـول أنوية الـذرات لا في الفضاء الحر، إن الحزمة الموجية ما زالت تمثل معرفتنا عن الالكترون، ولكنها الآن معرفة عـن الأوضاع الممكنة أو المحتملة للألكترون داخـل الذرة، فهي معرفة مسـتقلة عن أي مشـاهد معين أو مشـاهدة خاصـة، أما الحزمـة الموجية للألكـترون الحـر فتمثـل معرفة خاصة وفردية لأنها تنسـب إلى مشـاهد معـين قام وقتها بمشـاهدة الالكـترون أو ملاحظته، أمـا الحزمة الموجية للألكترون داخل الذرة فتمثل معرفة عامة في متناول الجميع بغير تجربة، إن أحد المشـاهدين يمكنه طبعًا أن يكشـف المزيد عن الالكترون داخل الـذرة بتصميم تجربـة جديدة لهذا الغرض، فقد بقذف الذرة بجسـيمات (ألفا) ثم يلاحظ سلسـلة التكثف للألكترون عندما ينطلق خارج الذرة في غرفة (**ويلسـون**) السـحابية، ولكنه عندما يفعل هذا فإنه يدمر الذرة، وسـتركز الحزمـة الموجيـة للألكترون في نطـاق ضيق، وتصبـح الحزمة الموجية إلكترون حر يبدأ رحلة جديدة.

نستنتج من هذا أن هناك حزمة موجية قياسية للألكترون داخل الذرة، أو على الأصح هناك عدة حزم قياسية متميزة، تخص كل واحدة منها إحدى حالات الحركة الدائبة التي تحدث داخل الذرة، أما الالكترون الذي ينتقل في الفضاء بحرية فليس له حزمة موجية قياسية وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه من مناقشة صور الالكترون كما تقدمها الميكانيكا الكلاسيكية، فقد وجدنا صورة الطلقة التي تتلاءم مع صورتنا الجسمية الحالية، ووجدنا صورة «اللوامس» «tentacles» التي تتلاءم مع صورتنا الموجية الحالية، ولكننا لم نجد أي صورة

للوامس قياسية تلائم كل الظروف، فالصورة المناسبة اعتمدت على حركة الالكترون كما اعتمدت على حركة الأجسام الأخرى بنفس الدرجة من الأهمية.

فإن **كانت** الموجات الخاصة بألكترون حر أو بفوتون تمثل معرفة إنسانية، فما الذي يحدث عندما لا توجد هذه المعرفة الإنسانية؟ لابد أن نفترض أن الالكترونات **كانت** موجودة من قبل أن يوجد أي وعي إنساني يتابعها، وأن هناك الكترونات حرة في الشعرى اليمانية حيث لا يوجد أي عالم فيزيائي يشاهدها.

الجواب البسيط والمذهل هو أنه عندما لا توجد معرفة إنسانية فلا وجود للموجات، ولابد أن نتذكر دائماً أن الموجات ليست جزءاً من الطبيعة، ولكن من مجهودنا لفهم الطبيعة، ويستوى في ذلك أن نفكر في الالكترونات أو لا، وأن تجرى عليها التجارب أو لا فحركتها محددة بمعادلات (هايزنبرغ) والديناميكية، وعندما يلتحق الكترون بإحدى

الـذرات أو يقـذف به خارجهـا يمر بنفـس التغيرات، سـواء أشرفنا على التجربـة أولم نـشرف، وعندمـا يقذف الكـترون بأحد الفوتونات نسـيان للألكترون أن تنتهي رحلة هذا الفوتون في عين بشرية أو في غيرها.

ويمكن أن نسـجل نفس الملاحظـات حول موجـات النظرية الموجية للضوء، وحول القوى الكهربية والمغنطيسـية التي كنا نتخيل أن الموجات مركبـة منهـا، فالطاقة قد تنتقل مـن مكان لآخر ولكـن الموجات والقوى الكهربية والمغنطيسـية ليست جزءًا من ميكانيكية النقل، إنها ببساطة جزء مـن مجهوداتنا الفهم هـذه الميكانيكيـة وتصويرها لأنفسـنا، وقبل أن يأتي الإنسـان إلى الوجود، لم يكن للموجات ولا للقوى الكهربية والمغنطيسية أي وجـود، فهي ليسـت من موجودات الطبيعة التـي صنعها الله، بل هي من ابتكار **(هوغنس)** **(فرنزل)** **(وفاراداي)** و**(ماكسويل)**..

ميكانيكا الكم (لديراك)

أمـا الصـورة الثالثة الميكانيـكا الكم، التـي قدمها **(ديـراك)**، فلابد أن تتخطاها بسرعة، لا لأن ميكانيكا **(ديراك)** غير هامة، ولكن لأنها في صورة رياضيـة مركزة بحيث تبعد عن مجال هذا الكتـاب، كان **(ديراك)** يأمل في تجميع كل ميكانيكا الكم في صورة تامة الاتسـاق، بحيث تسـتخلص كل نتائجهـا من خلال بضع مسـلمات بسـيطة، مثلـما اسـتخلص **(إقليدس)** الهندسة بأكملها من بضع بديهيات بسيطة..

لاحـظ **(ديـراك)** أن الميكانيـكا الكلاسـيكية حاولت تفسـير الظواهر الفيزيائية بلغة الجسـيمات والإشـعاعات التي تتحـرك في المكان والزمان،

ووضعت بعض الفروض البسيطة عن العوامل التي تتحكم في الأجسام كما تبدو في عالم الظواهر، ثم حاولت أن تفسر سلوكها على ضوء هذه الفروض أي أنها باختصار حاولت أن تفسر الظواهر بدون أن تتعمق وراء الظواهر، وكأن هذه الظواهر تصنع عالمًا منغلقة عليها، وهي محاولة ثبت فشلها واتضح أن الطبيعة تعمل وفق خطة مختلفة، وبينت الدراسات الشاقة التي قام بها عدد كبير من الباحثين أن القوانين الأساسية للطبيعة لا تتحكم في الظواهر مباشرة، ولابد لنا أن نتصورها تعمل في طبقة اعمق Substratum لا يمكننا أن نشكل عنها أي صورة ذهنية، ما لم يكن في نيتنا أن نلجأ إلى عدد من الافتراضات البعيدة التي ليس لها مبرر.

والأحداث التي تقع في هذه الطبقة السفلية يصحبها أحداث في عالم الظواهر الذي تمثله في المكان والزمان، والطبقة السفلية مع عالم الظواهر لا يصنعان عالمًا كاملاً بذاته يمكننا أن نشاهده بموضوعية دون أن نخل به، فالعالم المغلق تمامًا لابد أن يتكون من ثلاثة مكونات: الطبقة السفلية، وعالم الظواهر، والشخص الذي يشاهدهما، وعندما نقوم بتجاربنا ننتقل بين الذات والموضوع، وعندما نقوم بمشاهدتنا عن العالم فإننا نغيره، مثل الصياد الذي يجر سمكة من أعماق البحر، فهو يكر المياه كما يقتل السمكة.

أتى **(ديراك)** بعاملات operators من نوع رياضي بحت، لكي مثل عملية الانتقال بأي نشاط من الطبقة السفلية إلى السطح - أي مشاهدته، وجد **(ديراك)** أنه من الضروري أن نسلم بأن سلسلة أنواع النشاط التي نشاهدها أ، ب، ج... هي مصغر لسلسلة توازيها في الطبقة السفلية، هذه السلسلة الموازية تتكون من أنواع، مجردة، خاصة هي أ،

ب،... وهـي التـي تظهر في عـالم الظواهر على هيئـة أ. ب. ج... كما قد تتكون السلسلة الموازية في الطبقة السفلية من بعض الأنواع المركبة التي قد نرمز إليها بالرموز أب، ب ج، أج،... وليس لها مقابلات مباشرة في عالم الظواهر، وقد تتسـبب أ ب في أ أو في ب ولكنها لا تتسـبب أبدًا في الاثنـين، وهناك احتمال معين لظهـور: أ وب فطبقة الحقيقة أغنى وأكثر تنوعًا من عالم الظواهر.

وبعد أن قام **ديراك** بدراسـة رياضيـة معقدة، توصل إلى نظرية مصورة كاملـة، أظهرت ميكانيـكا المصفوفات Matrix (**هايزنـبرغ**)، والميكانيكا الموجية (**لدي برولي**) (**وشرودنجر**) على أنها حالات خاصة من النظرية.

مـن هذا نرى أن النسـق الذي تجـرى عليه الأحداث كـما تصفه نظرية (**ديـراك**) هو بالـضرورة نفس النسـق الذي نصفـه نظريـات (**هايزنبرغ**) و(دي بـرولي) و(شرودنجـر)، وعـلى هـذا فهـو متفـق مع ما نشـاهده في الطبيعـة تمامًـا، ومن أهم ملامح نظرية (**ديـراك**) أنها لا ترى أن الأحداث التـي تقـع في عـالم الظواهر ترتبط بصـورة ثابتة بالأحـداث التي تجرى في الطبقة السـفلية، فالأحداث المختلفة في تلك الطبقة قد تتسـبب في ظواهر تسجلها مشاهداتنا على أنها متشابهة تمامًا فقد تكون الظاهرة نفسها في عالم المـكان - الزمـان مرتبطة بعدد مـن الأحوال المختلفة في الطبقة السـفلية، لهـذا فقد تبعها أحـداث مختلفة والتجارب المتماثلة كما تسـجل مشـاهدتنا ليـس من الضروري أن تؤدي إلى نتائج متطابقة، وطالما أخذنا الظواهر في اعتبارنا فعلينا منذ البداية أن نتخلى عن مبدأ اتساق الطبيعة، وعلى السببية أن تختفي من العالم الذي نراه.

ولكن السببية لا تختفي تمامًا من العالم البعيد عن تناولنا، فالمعادلات الرياضية لصورتي **نظرية الكم** الحديثة - الميكانيكا الموجية وميكانيكا المصفوفات حتمية وجبرية تمامًا، وعلى قدر ما تذهب إليه هذه المعادلات، يبدو مستقبل العالم وكأنه مجرد كشف للمستور، بحيث يعقب المستقبل الماضي على نمط واحد لا فكاك منه، ولكن هذا الكشف ليس كشفًا لمجرى الأحداث بل لمعرفتنا عنها، والسببية التي تختفي من الأحداث نفسها تعود للظهور في معرفتنا عن الأحداث، فإذا كان من المستحيل أن نتخطى معرفتنا عن الأحداث لنصل إلى الأحداث نفسها، فلن نعرف أبدا إن كانت السببية تحكم الأحداث أم لا؟ والاعتبارات التي ذكرناها تفترض أن مجرد مناقشة السؤال عبث بلا معنى.

الفصل السّابع

بعض مشكلات الفلسفة

الآن وقد اختتمنا موجزنا عن اكتشافات علم الطبيعة الحديث، نعود فنتعرض للطريقة التي تؤثر بها هذه الاكتشافات في المشكلات العملية للفلسفة وفي الحياة اليومية، ولنبدأ أولاً بتلخيص وإعادة عرض النتائج التي توصلنا إليها في مناقشتنا العلمية.

تلخيص:

نحن آدميون ولسنا مجرد حيوانات، لذا نحاول بقدر الإمكان أن نستكشف العالم الذي نقضي فيه أعمارنا، وقد رأينا أنه لا يوجد سوى منهج واحد فقط لاكتساب مثل هذه المعرفة - هو منهج العلم، وهو ببساطة استجواب مباشر للطبيعة بالمشاهدة والتجربة.

وأول ما نتعلمه من هذا الاستجواب هو أن العالم يخضع للمنطق، فأحداثه لا تحكمها النزوات بل القانون، ففيه ما أطلقنا عليه اسم ونسق الأحداث،، والهدف الأولى للعلوم الطبيعي هو اكتشاف هذا النسق، وهو كما رأينا لا يمكن وصفه إلا بالمصطلحات الرياضية.

قدمت لنا **نظرية الكم** الحديثة التي شرحناها في الفصل السابق وصفة رياضيا لنسق الأحداث، نعتقد أنه كامل ومثالي، فهو يمكننا - من حيث المبدأ على الأقل - من التنبؤ بكل ظاهرة ممكنة في الفيزياء، ولم يثبت حتى الآن أن خابت إحدى التنبؤات حتى أنه ليصح أن نقول إن الفيزياء النظرية حققت الغرض الأساسي لوجودها، وأنه لم يبق إلا الانشغال بالتفاصيل.

ولكننا لا نرجو فقط أن نتنبأ بالظواهر، بل أيضا أن نتفهمها، لذا ليس من المفاجئ أن الفلسفة والعلم قد التقيا في عدم الاكتفاء بالوصف

الرياضي، وأنها حاولا أن يلحقا بالرموز الرياضية مدلولات ملموسة - لكي يستبدلا الكليات المستعصية على الفهم بجزئيات قابلة للفهم، وقد نحتج بأنه إذا كان هناك نسق، فلابد من وجود الأداة التي تمكننا من الاستمرار في النسج على منواله، ونريد أن نعرف ما هي هذه الأداة؟ وكيف تعمل؟ ولماذا تعمل بكيفية معينة بدلا من غيرها؟

فكر علماء الطبيعة في القرن الماضي أن أحد الاهتمامات الأساسية للعلم هو تصميم نماذج أو رسم صور توضح كيفية عمل هذه الأداة، وكان من المفترض أن النموذج الذي يتكرر في كل ظواهر العلم، والذي يمكننا بذلك من التنبؤ بها كلها، لابد على نحو ما أن ينطبق على الحقيقة الواقعة من خلف الظواهر، ولكن هذا خطأ بين الوضوح، فبعد أن يكتشف نموذج مثالي، قد يظهر آخر له نفس القدر من الكمال، ولأن النموذجين معًا لا يمكنهما أن ينطبقا على الحقيقة، لذا لا يمكننا أبدا أن نتأكد من أن أي نموذج بمفرده ينطبق على الحقيقة، وباختصار ليس في وسعنا أن نملك معرفة مؤكدة عن جوهر الحقيقة.

تعرف الآن أنه لا ضرر من أي نموذج كامل يظهر وإن كان من النوع الذي تستطيع عقولنا أن تفهمه، لأن النموذج أو الصورة سوف يكون مفهومًا لنا إذا كان مصنوعًا من أفكار موجودة بالفعل في عقولنا، ومن ضمن هذه الأفكار نجد أن بعضها مثل أفكار الرياضيات المجردة ليس لها علاقة خاصة بعالمنا الذي تعيش فيه، فالأفكار التي لها علاقة به لابد أن تكون دخلت عقولنا من خلال الحواس وقد تناولنا ذلك من قبل، وهي

مقيدة بكوننا لا نملك سوى خمس. حواس، ولا يهمنا في غرضنا الحالي منها سوى حاستين.

وبالبحث المفصل في مصادر أفكارنا رأينا أنه لا يوجد سوى نوع واحد من النماذج أو الأفكار التي يمكن لعقولنا المحدودة أن تفهمها، هو ذلك الذي يتكلم بلغة الميكانيكا، إلا أن مراجعة الفيزياء الحديثة أظهرت لنا أن كل المحاولات لوضع نماذج أو صور ميكانيكية قد فشلت ولابد أن تفشل، لأن أي نموذج أو صورة ميكانيكية لابد أن يمثل الأشياء على أنها تقع في المكان والزمان

بينما اتضح مؤخرًا أن العمليات النهائية للطبيعة لا تقع في المكان والزمان ولا تسمح بالتمثيل فيها، وعلى هذا يكون فهم العمليات النهائية للطبيعة محرمة علينا إلى الأبد، فلن يمكننا أبدًا - ولو في الخيال - أن نفتح مظروف هذه الساعة لنرى كيف تتحرك تروسها، والهدف الصادق للدراسة العلمية لن يكون أبدأ حقائق الطبيعة، بل مشاهداتنا الخاصة للطبيعة فحسب.

الصورة الجسمية والصورة الموجية:

بالرغم من عدم وجود صورة كاملة لأعمال الطبيعة تكون مفهومة لعقولنا، إلا أنه مازال في وسعنا أن نرسم صورة تمثل جوانب جزئية من الحقيقة في صورة يمكن تفهمها، والفيزياء الحديثة نضع أمامنا صورتين جزئيتين من هذا النوع - إحداهما في لغة الجهات والأخرى في لغة الموجات، ولا تستطيع أي واحدة منها أن تخبرنا بالحقيقة كاملة.

وبنفس الطريقة، يمكن للأطلس الجغرافي أن يحتوي على خريطتين لأفريقيا مرسومتين بمسقطين مختلفين: ولن يمثل أيهما الحقيقة كاملة، ولكنه سيمثل بصدق جانبًا منها، فسقط المساحات المتساوية مثلا يمثل المساحة النسبية لأي إقليمين بدقة، على حين يخطئ في تصوير شكلها على حين أن **مسقط مركاتور Mercator** يمثل الأشكال صحيحة، أما المساحات فلا تكون فيه صحيحة، ومادمنا لا نستطيع أن نرسم خرائطنا إلا على قطع مسطحة من الورقة، فلن نتجنب مثل هذه العيوب، فهي الثمن الذي ندفعه لتقيدنا برسم خرائط من النوع الذي يمكن وضعه في الأطالس.

والصورة التي نرسمها للطبيعة تظهر قصورًا مشابهًا، فهي الثمن الذي ندفعه لتقيدنا في رسم صورنا عن الطبيعة بالأنواع التي تتفهمها عقولنا، ولأننا لا نستطيع أن نرسم صورة واحدة مثالية، فإننا نصنع صورتين ناقصتين، ونتخير إحداهما أو الأخرى وفقا لرغبتنا في تحديد خاصية معينة بدقة، وتدلنا مشاهداتنا على الصورة الصحيحة التي تناسب غرضًا معينًا - فمثلاً نعرف أنه يجب استخدام الصورة الجسمية للتأثير الضوئي - الكهربائي، واستخدام الصورة الموجية لتأثيرات الاستضاءة، وهكذا.

ومع ذلك فبعض خواص الطبيعة أبعد في مداها وأعم من أن يمكن وصفها بدقة بواسطة صورة منفردة، وفي مثل هذه الحالات يجب أن نرجع للصورتين معًا، وهاتان أحيانًا تقدمان لنا معلومات مختلفة وغير منسقة، فأين - إذن - سنجد الحقيقة؟ مثلا هل الطبيعة محكومة بقوانين سببية أم لا؟ نجيب الصورة الجسيمية: لا فحركات جسيماتي يمكن فقط

مقارنتها بالقفزات العشوائية الحيوانات للكنغر، بدون قوانين سببية تحكم القفـزات، أما الصـورة الموجية فتقول: نعم، فعنـد كل لحظة تأتي موجاتي على نمط واحد ينتج عن حالتها السابقة وهي لهذا حتمية.

أو مرة ثانية، هل الحقيقة النهائية ذرية أم لا؟ تحدثنا الصورة الجسـيمية عـن عـالم مـادي حيـث المـادة والكهرباء والإشـعاع تقـع فقط عـلى هيئة وحدات لا تنقسـم، أما الصـورة الموجية فتقول لنا ببسـاطة إنها لا تعرف أيا من هذه الأشياء.

يبـدو أن الصورتـين تقصـان قصتـين مختلفتين، ولكن يجـب أن نتذكر أنهما ليسـا عـلى نفس القدر من الجدارة بالثقة، فالصورة الجسـيمية تجسـد اكتشـافات **نظريـة الكم** القديمة التي ناقشـناها في الفصـل الخامس، وقد ثبـت أنها غـير دقيقة وغير كاملـة، لدرجة أن **نظرية الكـم** الحديثة ظهرت للوجـود العـلاج عيوبهـا - وهي المهمـة التي أدتهـا بنجاح، أمـا الصورة الموجية فهي ليست مجرد تمثيل تصويري **لنظرية الكم** الحديثة، بل هي أيضًا من حيث الحقائق الرياضية التي تتعلق بها. تعتبر مكافئتها بالضبط، وعلى هـذه فتنبؤات الصورة الموجية لا يمكن إلا أن تكون صادقة، على حين أن تنبؤات الصورة الجسـمية يمكن أن تصدق أو لا تصدق، وعندما ينشـب نـزاع فعلينـا أن نتقبل الدليل الـذي تقدمه الصورة الموجيـة، على حين قد نكون متأكدين من أن النزاع قد نشـأ من بعض عيوب الصورة الجسـمية، وفي الأمثلة التي ذكرناها ليس من الصعب أن نتبع المنشأ المحتمل للنزاع.

تبـين القوانـين الرياضية **لنظرية الكم** أن الطاقة المشـعة تنتقل على هيئة كـمات كاملـة، ولكن عندمـا نصور حزمة مـن الضوء على هيئـة وابل من

الفوتونات الشبيهة بالطلقات، فإن الصورة الجسيمة تجاوز بوضوح ما تسمح به الحقائق، إن رصيد أي إنسان في البنك يتغير دائما على هيئة عدد سليم من الجنيهات، ولكن هذا لا يبرر له أن يصور التغيرات في رصيده على أن السبب فيها هو تسرب للقروش المعدنية، فإن فعل هذا فقد يسأله ابنه ما الذي يحدد أي القروش بالذات سوف يسدد منها الإيجار، وقد يجيب الأب: إنها المصادفة البحتة - وهي إجابة حمقاء ولكنها لا تزيد في حمقها عن السؤال، وبنفس الطريقة إذا ارتكبنا الخطأ المبدئي بأن نصور الإشعاع كفوتونات متميزة، فسنضطر للرجوع إلى المصادفة البحتة للخروج من المأزق - وهذا هو الأصل في عدم التحديد الذي تتميز به الصورة الجسمية.

مثلا عندما تسقط حزمة من الضوء على مرآة نصف مفضضة ، تبين الصورة الجسمية أن نصف الفوتونات ترتد بفعل الطبقة المفضضة، في حين يمر النصف الآخر في طريقه بدون معوقات، ونتساءل على الفور: ما الذي يحكم انتقاء الفوتونات المحظوظة التي تمر؟ وهو سؤال واجه النظرية الجسمية للضوء التي وضعها (نيوتن)، وأجاب عليه بإشارة غامضة إلى سيطرة القدر - فقال إن جهاته د تتعرض لنوبات متبادلة من المرور السهل والانعكاس السهل، وبنفس الأسلوب إذا صورنا الإشعاع على أنه فوتونات متميزة فسنجد أنه ليس أمامنا إلا أصبع القدر لكي تقسم قطيع الفوتونات إلى أغنام وماعز، ولكن أصبع القدر ومعها الأغنام والماعز ما هي إلا تفصيلات مصورة، وما إن نعود إلى الصورة الموجية الأجدر بثقتنا حتى يسقط هذا الرداء التصويري من الصورة

بأكملـه. ونجـد أمامنا حتمية كاملـة، ومع ذلك فهذه الحتميـة كما رأينا لا تتحكـم في الأحـداث بل في معرفتنا عنها، بل تظهـر أن عيوب معرفتنا في المستقبل تتبع بكيفية لا تتبدل عيوب معرفتنا الحاضرة.

وما يصدق على الإشـعاع يصدق أيضا على الكهرباء، فنحن نعرف أن الكهربـاء تنتقل دائـما من مكان لآخر على هيئة وحـدات كهربائية، ولكن هـذا لا يـبرر لنا اسـتبدال تيـار الكهرباء برشـاش مـن الجهـات المتميزة، وبالفعل تؤكد لنا **نظرية الكم** أنه لا ينبغي أن نفعل ذلك، فعندما تصطدم الكرتـان (أ)، (ب) فوق منضـدة بليارد، قد تذهـب (أ) إلى اليمين، (ب) إلى اليسـار، وكذلـك عندما يصطـدم الكترونان (أ)، (ب) فقـد نتوقع أن يكون في اسـتطاعتنا القول بأن (أ) سـتذهب إلى اليمين، (ب) إلى اليسار، ولكنا بالفعل لا نستطيع ذلك، لأنه لا حق لنا في التعرف على الالكترونين اللذيـن كانا يتتجهـان نحو التصادم عـلى أنها الالكترونـان اللذان خرجا منـه، بل من الأصح أن نفكر في الالكترونـين (أ) و(ب) اللذين اصطدما عـلى أنها اتحـدا ليصبحا قطرة من سـائل كهربي تنكسر مـن جديد لينكون الكترونان جديدان (ج) و(د)، فإذا تساءلنا عن الطريق الذي ستسلكه (أ) بعـد التصـادم، فالجواب الصادق هو أن (أ) لم يعد لـه وجود، أما الجواب السـطحي فهـو أن هناك فرصة متكافئة أمام (أ) كـي يذهب إما إلى اليمين أو إلى اليسـار، فإنـما هي قرعة نطابق بها بـين (أ) و(ج) أو (د)، ولكن هذه القرعة ليست في الطبيعة بل هي في عقولنا.

ونـرى مـن ذلـك أن الصـورة الجسـمية تحـط عندمـا تنسـب عدم التحديد إلى الطبيعة، فهي ليسـت خاصية للطبيعة بل لطريقتنا في النظر

إلى الطبيعـة، والصـورة الجسـمية تمعـن في الخطـأ عندما تلحـق الذرية بمكونـات العالم المادي، تسـتوى في ذلـك المادة مع الإشـعاع، فالذرية لا تكمـن في هـذه المكونات بـل في الأحداث التي تؤثـر فيها، ولنرجع إلى تشـبيهنا السـابق فنقول إن كل المبالغ المضافة إلى حسـاب البنك أو المسـحوبة منه تكون من قروش حسـابية كاملة، ولكنهـا لا تتكون من قروش معينة مبعثرة هنا أو هناك، فنحن نعرف المادة عن طريق. الطاقة أو الجهـات التـي تطلقها فقط، ولكن هذا لا يبرر لنا التسـليم بأن المادة نفسها تتكون من ذرات سواء أكانت ذرات مادية أم ذرات من الطاقة؟ - فهذا يشـبه التسـليم بأن رصيدنا في البنك لابـد أن يتكون من عمود من القروش المعدنية.

مبادئ فلسفية جديدة

رأينـا أن مجهوداتنا لاكتشـاف الجوهر الصادق للحقيقـة مقضي عليها بالـضرورة أن تفشـل، حتى أننـا إذا أردنا أن نتقدم فعلينـا أن نتخذ هدف آخر وأن نسـتخدم مبادئ فلسـفية جديدة لم نستخدمها حتى الآن، واثنان مـن هذه المبـادئ يفرضان نفسـها، الأول هو المبدأ الـذي وصفه **لاينتس** بالاسـتنتاج الاحتـمالي probable reasoning، ففيـه نتخـلى عـن البحث عـن المعرفة الأكيدة، ونركـز على أحد البدائل الموجـودة أمامنا، لأنه يبدو أقرب للحقيقة، ولكن كيف لنا أن نقرر أي البدائل هو الأقرب للحقيقة؟ تعـرض هذا السـؤال لمناقشـات كثيرة مؤخـرًا، وعلى الأخص بواسـطة. **جفريـز** H.Jeffreys وبالنسـبة لغرضنـا يكفينا أن نركن إلى ما قد يسـمى

بالمصادرة على البساطة simplicity postulate، وهي تؤكد أنه من بين أي بديلين فغالبًا ما يكون أبسطها هو الأقرب من الحقيقة.

ولنحاول أن نمثل لهذين المبدأين بعرض تشبيه بسيط وإن كان متكلفًا للغاية فلنتخيل أنه في مركز أوربا يعيش فلاح لم ير البحر أو يسمع عنه، ولا يمكنه حتى أن يقرأ عنه، ولكنه يملك جهازًا لاسلكيا على قدر هائل من الكمال، يمكنه أن يلتقط الرسائل من أي سفينة في العالم، ولنفرض أن كل سفينة تبعث بموقعها في شكل موحد مثل هذا.

«الملكة ماري» ، + 10' 41°، -26' 72°

وهذا يعني أنه في لحظة التحدث تكون السفينة (الملكة ماري) عند خط العرض 41 درجة و10 دقائق شمالاً وخط الطول 72 درجه و29 دقيقة غربًا. في بادئ الأمر قد يكتفي بتسلية نفسه بأن يستمع إلى مختلف الرسائل، ولكن بعد فترة يأخذ في تسجيلها، ولو كان صاحب عقلية ميالة للبحث فقد يحاول أن يكتشف قدرة من المنهج أو النظام فيها، فيلاحظ على الفور أن كل خطوط العرض تقع بين +90° و- 90°، وأن كل خطوط الطول تقع بين + 180° و- 180°، فإن حاول بعد ذلك أن يرسم هذه الأرقام على ورقة مربعة فسيجد أن المواقع المتابعة للسفينة الواحدة تشكل سلسلة متصلة، وقد يبدأ في تركيب صورة ذهنية لنفسه بأن يفكر في مرسلي الرسائل على أنهم أشياء متحركة، وعندها سيجد أن كل شيء مما افترضه يتحرك تقريبًا بمعدل منتظم فوق خريطته، برغم أن هذا القانون ليس دقيقًا ولا كليًا، فإن إحدى السفن قد تتحرك من خط الطول + 170° إلى + 174° في أحد الأيام، ثم إلى + 178° في اليوم

التالي، ولكنها في اليوم الثالث قد تتحرك إلى – 178°، فتقوم برحلة ظاهرة تقطـع فيها 356°، وأيضا قد تحرك إحدى السـفن بمعدل منتظم تقطع فيه 4° في اليـوم عندمـا يكون خط عرضها قريبًا مـن صفر، ولكن هذه الحركة اليومية سوف تزداد بازدياد خط العرض، وقد يرتفع المعدل فجأة متخطيًا كل الحدود باقتراب خط العرض من 90°.

فإذا نجح مستمعنا في صياغة قوانين دقيقة، بالرغم من الطبيعة الغريبة الحركات السـفن، فإنه سـيتمكن من التنبؤ بهذه الحركات، أو لنكن أدق، سـيتمكن بدون أن يسـلم بأنه يتعامل مع حركات أو سـفن مـن التنبؤ بما سيسـمعه عندما يشغل جهاز اللاسلكي، أي سـيمكنه أن يتنبأ بنتيجة كل تجربة يسـتطيع القيام بها مادامت التجربة الوحيدة في مقدوره هي أن يدير زر الجهاز وأن يستمع.

وأولئـك الذين يقنعون بتصور وضعي لأهداف العلم سيشـعرون أنه في وضع مناسـب تمامًا، لقد اكتشف نسق الأحداث وبهذا يمكنه التنبؤ بها بدقة، فماذا بريد زيادة على ذلك؟ إن أي صورة ذهنية ستكون ترفا إضافيا بل هي ترف لا فائدة منه، لأن الصورة إن لم تحمل أي تشابه فسوف تكون غير مفهومة، لأننا نفترض أن هذا المسـتمع لا يستطيع أن يتخيل البحر أو السفن.

الاستنتاج الاحتمالي Probable Reasoning

عنـد هـذه النقطة، نلاحـظ أن افتراض صدور الإشـارات من أشـياء متحركـة هو افتراض ظنـي، بمعنى عدم وجود ما يدفع إليه في المشـاهدة

- فـن طبيعـة الحالة يكون محظورة على المسـتمع أن يعـرف إن كان مصدر الإشـارات أشـياء متحركـة أم لا. فهـذا يعـبر عـن إمكانية لا عـن معرفة أكيـدة، ولا يمكـن إطلاقًـا أن نثبت حقيقتـه، وفي العلـم الحقيقي كذلك لا يمكـن إطلاقًـا أن نثبت صدق فـرض ظني، لأنه إذا فندته مشـاهدات المسـتقبل فسـنعرف خطأه، أما إذا أكدته مشـاهدات المستقبل فلن نتمكن إطلاقـا مـن أن نقول إنه صحيح، لأنه سـيظل دائما تحت رحمة اكتشـافات اضافيـة، والعلم الـذي يقيد مجاله بالربط بين الظواهـر لن يتعلم أي شيء إطلاقًـا عن الحقيقة القائمة من خلف الظواهـر، على حين أن العلم الذي يذهـب لأبعـد من هـذا مدخلاً فروضًا ظنيـة عن الحقيقة لـن يتمكن أبدأ من اكتسـاب معرفة أكيـدة إيجابية عن الحقيقة، وأيا كان الأسـلوب الذي ننتهجه، فهو أمر محرم علينا.

ومـع ذلك فالمعرفة الأكيـدة بعيدة بنفس القدر عـن متناولنا في غالبية مجـالات الحياة، والأغلب أننا لا نسـتطيع انتظار المعرفة الأكيدة، بل ننظم شئوننا على ضوء الاحتمالات، وليس هناك مبرر للامتناع عن تكرار ذلك في مجهوداتنـا لفهم الكون، بشرط أن نضع في أذهاننا أننا نناقش احتمالات لا تأكيدات.

والفيلسـوف يفعـل هـذا كغالبيتنـا، فأنـا أعي أفـكاري واحساسـاتي الخاصـة فقـط، حتى أني عـلى العكس لا أعـرف إلا أني قد أكـون الكائن الوحيـد الواعـي في الكون فإذا اخـترت على هذا الأسـاس أن أكون ذاتيًا بحتًا solipsist - أي شخصا يفترض أنه الكائن الوحيد الواعي في الكون بأكملـه - فلا شيء يمكـن أن يجزم بخطى، ولكن حواسي تخبرني بأشـياء

أخرى تبدو مشابهة لجسمي، يبدو عليها أنها تمارس إحساسات وأفكارًا مثلي، فأسلم وإن كان تسليمي على أساس من الاستنتاج الاحتمالي وحده، إن هذه الأشياء الأخرى هي كائنات تشبهني في جوهرها، أما إن رفضنا أن نقر بالاعتبارات الاحتمالية، فعلينا جميعا أن نكون من أصحاب مذهب الذاتية البحتة، فإن سارت الأمور على هذا النحو، فإن أصحاب هذا المذهب الحقيقيين الممكن وجودهم سيبقون في عزلة تامة.

وعالم الفيزياء يعتمد أيضًا على اعتبارات احتمالية في كل يوم من حياته، فهو يقيس الأطوال الموجية لخطوط الطيف في الضوء المنبعث من الشعرى اليمانية، ويجد أنه مماثل لما يعرفه عن الضوء المنبعث من الهيدروجين عند درجة حرارة 10,000° درجة مئوية، فيستنتج بدون لغو أن في الشعرى اليمانية ذرات هيدروجين عند درجة حرارة 10 , 000° درجة مئوية، وليس ولن يكون هناك دليل على هذا لأننا لن نتمكن أبدا من الذهاب إلى الشعرى اليمانية لنكتشف ذلك، ولكن الاحتمالات المضادة لأن يكون هذا الاتفاق مجرد مصادفة احتمالات هائلة لدرجة أن الفيزيائي يجد لنفسه ما يبرر رفض هذه الإمكانية، فيعلن أن هذا الجزء من ضوء الشعرى اليمانية يصدر من هيدروجين عند درجة حرارة 10,000° درجة مئوية وفي هذين المثالين، فالفيلسوف والفيزيائي كلاهما يقودهما الاستنتاج الاحتمالي لا الاستدلالات الأكيدة، ولو أن المستمع لجهاز اللاسلكي الذي ذكرناه أباح لنفسه أن ينقاد خلف اعتبارات مشابهة، فلعله يقرر مبدئيا أن إشاراته تأتي من أشياء متحركة، وهذه الفكرة قد تقوده إلى التفكير في أن يلصق الخطين + 180°، – 180° – محولا خريطته المسطحة إلى أسطوانة، وهذا يبسط

الموقـف جـدا، لأنه يبدو الآن أكثر الأشـياء طبيعية في العالم أن سلسـلة مـن القراءات على فترات متسـاوية من الزمن تقرأ هكـذا 170°، 174°، 178°، – 178°،... إلـخ، ولكنه مازال يواجه غرابة كون أشـيائه المتحركة تقطـع خطوط طولية في اليوم عند خطوط العـرض الكبيرة أكثر مما تفعل عنـد الصغـيرة، وبقليل من الإبـداع قد يفكر في تطبيق نهايتي الأسـطوانة جاعـلاً خطوط الطول تصغر عنـد خطوط العرض الكبـيرة، وفي النهاية عندما يجرب أن يسـتبدل أسـطوانته بكرة سـوف يجد قوانينه تتخذ شكلا بسـيطة بدرجة هائلة وقد اختفت منها كل غرابة، فكل سـفينة تتبع أقصر المسارات من نقطة الأخرى، وتقطع رحلتها بسرعة منتظمة.

وحتـى القوانـين الأولى كانت قوانـين صادقة، لأنها مكنت المسـتمع من التنبؤ بدقة، ولكنها لم تكن بسـيطة لأن مكتشـفها عبر عنها فوق خلفية سيئة، وبمجرد انتقاله من خلفية الأخرى – من مسقط مستطيل إلى سطح كروي – تغيرت القوانين من كونها غريبة وإن كانت صادقة إلى قوانين بسيطة وصادقة، ولهذا السـبب بالذات سـيعتبر غالبية الناس أن المجموعة الثانية من القوانين أفضل، وبدون أن نعزو إلى، مصمم الكون، صفة لم يزل بها سلطان نشعر بأن القوانـين الأبسـط أقرب بكيفية مـا للحقيقة التي لن يمكننا أبـدًا أن نفهمها، فهـي أفضل من القوانـين المعقدة والغريبة – أو باختصـار إن الاصطناع يأتي مـن الإنسـان لا من الطبيعـة، وفي المثال الـذي تناولناه للتـو، فمن الأصدق بالتأكيد أن نصور سطح الأرض كرويًا من أن نصوره مسطحة.

وكذلـك في المشـكلات الحقيقيـة للعلـم، بصـدق كـما لاحـظ **ألبرت أينشتاين** أنه:

وعنـد كل تقدم هام يجد عالم الطبيعة أن القوانين الأساسـية بسـط أكثر وأكثـر بتقدم البحث التجريبي، وهـو يندهش عندما يلاحظ كيف ينشـأ النظام الاسـمي مما ظهر من قبـل وكأنه الفوضى، وهو مـا لا يمكن أن نسـبه إلى أسـلوب عمل عقله الـذاتي بل يرجع إلى خاصية تكمن في عالم الإدراك الحسي.

وهذا لا يبين فقط أن عقولنا متناسقة بكيفية ما مع طريقة عمل الطبيعة – وهو تناسـق قارنه **ألبرت أينشتاين** بالتناسق الأزلي لـ **لايبنتس** سابقًا. – بل أيضا أن إسـتقصاءاتنا للطبيعة تسـلك الطريق الصحيح، ويبين كذلك أن البساطة الكامنة في الطبيعة هي من النوع الذي تحكم (عقولنا) عليه بأنه بسيط، ومن المحتمل فعلا أن تفوتنا ملاحظة أي نوع آخر من البساطة.

المصادرة على البساطة The Simplicity postulate

وهـذا يفـرض علينـا إدخـال مبـدأ آخـر، إن لم ندخلـه إلى أسـلوب الاستقصاء العلمي فعلى الأقل إلى ممارسة المناقشة الفلسفية، هذا المبدأ هو مبدأ البسـاطة، فعندما تكون هناك إمكانيـة لقيام فرضيتين ظنيتين، فنحن نختـار منها مبدئيًا ما تحكم عقولنا بأنها الأبسـط، عـلى افتراض أنها أدعى لأن تقودنـا نحو الحقيقة، وهـو يتضمن كحالة خاصة مبـدأ أوكام القائل بأن: «الموجودات لا تتكاثر إلا بالضرورة».

Occam's razor-entia non multiplicanda praeter necessitatem.

وليس هناك بالطبع معيار مطلق نقضي به لأيها بأنه الأبسط، وكملجأ أخير لابد أن تكون هذه مسألة حكم خاص، وفي المثال الروائي الذي كنا

نتناوله لا مجال هناك لأي شك، أما في التطبيق الفعلي للعلم فـكانت هناك حـالات اختلف فيها اثنان من الباحثين على أي الفرضيتين تعد الأبسـط، مثل نظريتي السائل الواحد والسائلين عن الكهرباء.

وتاريـخ العلـم يقـدم أمثلـة كثـيرة لمواقف شـبيهة بذلـك، فـإذا بدأنا بأبرزها وهو النظام المشـهور عن المدارات وأفـلاك التداوير الذي وضعه بطليمـوس ptolemy وخلفاؤه العرب والذي مكنهم من التنبؤ بمواضع الكواكـب في المسـتقبل بدقة تكاد تكـون كاملة، ففي البدايـة افترضوا أن الشـمس والقمر والنجوم تدور حـول الأرض الثابتة في المركز، على حين تـدور الكواكب حـول مراكز أخرى تـدور هي الأخرى حـول الأرض، وسرعـان ما وجـدوا أن هذا لا يتفـق مع الحقائق بدقـة، واضطروا لتغيير المـدارات قليـلاً إلى مـدارات مختلفة المراكز - ولم تعـد الأرض ولا المراكز المتحركـة في موضع المركز تمامًا بالنسـبة للمـدارات الموصوفة من حولها، وأخـيرا عندمـا تجمعت لديهم معارف أدق عن حـركات الكواكب ركبوا فلك تدوير -- فوق فلك تدوير حتى أصبح النظام بأكمله معقدًا بدرجة هائلة.

وفعلاً شـعر كثـيرون أنه أعقد مـن أن يتفق مع الحقائـق النهائية، ففي القرن الثالث عشر أثر عن ألفونسـو العاشر ملك قشطالة Alphonso of Castile قوله: إنه إذا كانت السـموات على هـذا النحو المعقد في الحقيقة. فلعلـه كان أعطـى الإله نصيحـة طيبة لو أنه استشـاره عنـد خلقها. وفي تاريخ لاحق فكر كوبرنيكوس أيضا أن نظام بطليموس أعقد من أن يكون حقيقيًا، وبعد سـنوات من التفكير والجهد، أوضح أن حركات الكواكب

يمكن أن توصف ببساطة أكبر بكثير إذا غيرنا خلفية هذه الحركات: لقد اتخذ بطليموس لنظامه أرضًا ثابتة، أما كوبرنيكوس فاستبدلها بشمس ثابتة، ونحن نعرف اليوم أنه لا الأرض ساكنة ولا الشمس بالمعنى الحقيقي للسكون، ولكننا نعرف كذلك لماذا يكون افتراض ثبات الشمس لا الأرض مصدرة لتعقيدات أقل، ولماذا أيضا يكون من الأقرب للحقيقة أن نقول إن الأرض تدور حول الشمس بدلا من أن نقول إن الشمس تدور حول الأرض.

ولعلنا نلاحظ أن كوبرنيكوس لم يزعم لفرضياته الصدق المطلق، وصرح بأنه ليست هناك حاجة لأن تكون حقيقية أو حتى مقنعة، بل يكفي لها أن توفق بين المشاهدات والحسابات.

«Neque enim necesse eſt, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observa tionibus congruentem exhibeant».

وهذا يبدو وكأنه يبشر بمبادئ وضعية، ولعله كان مجرد محاولة لاسترضاء القراء من رجال الكنيسة والمتدينين الذين قد يرعبهم مضمون الفرضية الجديدة.

ومع ذلك اضطر كوبرنيكوس للاحتفاظ ببعض أفلاك التداوير الصغرى ليجعل نظامه متفقًا مع حقائق المشاهدة، وهي النتيجة الحتمية كما نعرف الآن لتسليمه بأن مدارات الكواكب دائرية: فلم يجرؤ هو أو أي شخص آخر على تحدى مبدأ **أرسطو** القائل بأن الكواكب لابد بالضرورة أن تتحرك في مدارات دائرية، باعتبار أن الدائرة هي المنحنى

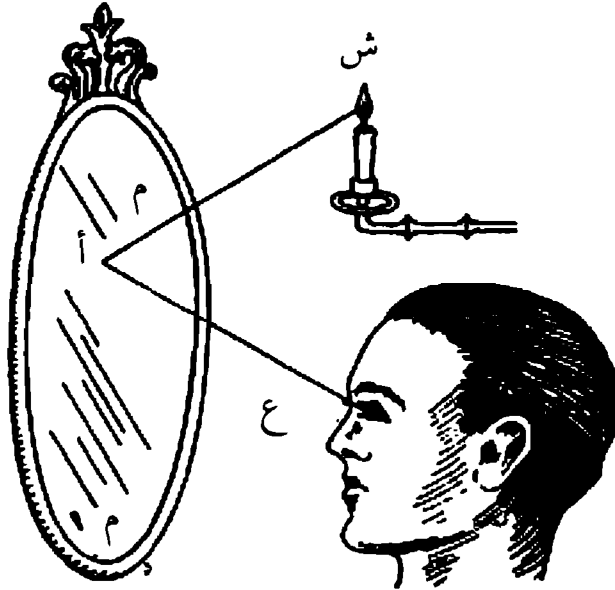
الوحيـد الكامل، وبمجرد أن أتى كبلر Kepler بالمدارات البيضاوية بدلاً مـن دوائـر كوبرنيكوس، رؤى أن أفـلاك التداوير لا داعـي لها، واتخذت نظرية حركات الكواكب شـكلا فائق البسـاطة - وهو الشكل الذي قدر لها أن تحتفظ به لأكثر من ثلاثة قرون، حتى أدخلت عليها نظرية النسبية ل **ألبرت أينشتاين** قدرة أكبر من التبسيط، وهو ما سنتعرض له حالاً.

تقـدم لنـا النظريـة المحـدودة (أو الفيزيائية) للنسـبية مثـالاً ثانيًا لنفس الموضوع، فميكانيكا **نيوتـن** بخلفيتها المعتمدة على المكان والزمان المطلقين تفسر حركة الأشياء بصورة حسنة مادامت سرعاتها لا تقارن بسرعة الضوء، ولكـن كما أوضحت التجربة في النهاية لا يمكنها أن تشرح حركة الأشـياء المتحركـة بسرعـة إلا مقابل إدخـال تعقيدات شـديدة، فالأشـياء المتحركة بسرعة يجب أن تتقلص وتتخذ أشكالاً جديدة، على حين لم يفلح أحد في أن يخبرنا بما يحدث للأشياء التي تدور بسرعة، وأدخلت نظرية النسبية تبسيطًا هائلا على الموضوع بأكمله عندما ألغت المكان والزمان المطلقين اللذين أتي بها نوتن كخلفية للحركة، واستبدلت بها وحدة المكان - الزمان.

أمـا النظرية العامة (أو التجاذبية) للنسـبية فتقدم لنا مثالاً أخاذًا لنفس الموضـوع فنظريـة **نيوتـن** عن الجاذبيـة، والتـي تتطلب مـن الكواكب أن تدور حول الشـمس في مـدارات بيضاوية، قدمت عرضًـا ممتازًا لحركات الكواكـب الخارجيـة، عـلى حين فشـلت مـع الداخلية وبذلـت محاولات لمعالجـة هذا الفشـل بإدخـال تعديل طفيف عـلى قانون **نيوتـن** للجاذبية، فافترض أن الشـمس محاطة بسـحب من الغازات أو الأتربة تعوق الحركة الحرة للكواكب الداخليـة كما فكروا في حلول أخرى متعددة، وبعد ذلك

جلت النظرية النسبية للجاذبية الموقف كله في ضربة واحدة، برفضها قوى التجاذب التي افترضها نيوتن بأكملها، بأن أدخلت فكرة الانحناءات على وحدة المكان - الزمان التي تصور عليها حركات الكواكب، ومرة ثانية كان التغيير من خلفية غير مناسبة إلى خلفية مناسبة، فالحركة الكلية للكواكب وغيرها من الأجسام، وكذلك أشعة الضوء يمكن الآن وصفها في عبارة بسيطة على أنها جميعا تصف جيوديسات أي تتخذ أقصر طريق ممكن من نقطة إلى نقطة - في وحدة المكان والزمان المنحنية الجديدة.

والتبسيط الذي أدخله هذا التغيير لم يكن هائلاً في حد ذاته فحسب، بل كان في نفس الخط مع تبسيطات سابقة، بنيت جميعها على فكرة طول المسار أو أي كمية مشابهة تتخذ أقصر قيمة ممكنة بالنسبة لها.



شكل «2»

وأول ما ظهر هذا المبدأ كان في علم البصريات، فإذا كانت شمعة تحترق عند (ش)، وعيني عند (ع) تنتظر إلى المرأة (م مَ)، فسوف يبدو لي أني أرى الشمعة عند نقطة في المرأة ولتكن (أ)، وهذا يبين أن أشعة

الضوء تنتقل عبر المسار (ش أ ع) من الشمعة إلى عيني وليس خلال طرق أخرى، لأنها إذا انتقلت عبر أي مسار آخر مثل (ش ب ع) أيضًا، فلابد أن يبدو لي أني أرى شمعتين عند كل من (أ)، (ب) وهو ما لا يحدث، لقد انشغل هيرو الإسكندري Hero of Alexandria بمشكلة اكتشاف ما يميز المسار (ش أ ع) بصفة خاصة والذي يسلكه الضوء بالفعل عن أي مسار آخر ممكن غيره مثل (ش ب ع)، الذي قد يسلكه الضوء ولكنه لا يسلكه، فوجد أن (ش أ ع) هو أقصر مسار من (ش) إلى (ع) يلمس المرأة في طريقه، وحتى إذا انعكس الضوء من مئات المرايا فمازال المسار يحكمه نفس المبدأ، إنه أقصر مسار يمكن إيجاده، وبحيث يلمس كل المرايا بالدور، ويمكن بدلاً من ذلك أن نصف المسار على أنه أسرع مسار من (ش) إلى (ع)، فالضوء يختار مساره وفقًا لمبدأ إضاعة أقل وقت ممكن في طريقه.

وأوضح **فيرمات** (1601 - 1665) أن هذا المبدأ الأخير مازال يتحكم في المسار عندما ينتقل الضوء عبر الماء أو الزجاج أو أي مادة أخرى كاسرًا للضوء، وعلى هذا فمن الصحيح تحت كل الظروف أن الضوء ينتقل دائمًا عبر أسرع طريق، وهذا يقدم لنا مثلاً آخر على البساطة الهائلة التي يشير إليها أينشاتين وبعدها فكر (**موبرتيوس** Maupertius) (1759 - 1698) في أن حركات الأشياء الملموسة لابد أن تتفق مع مبدأ مشابه لذلك، محتجة بأن الكمال الإلهي يتعارض وأي استهلاك الطاقة بواسطة الأجسام المتحركة، يزيد على الحد الأدنى المطلق الضروري لانتقالها من مكان لآخر، وبمرور الوقت وجد أن مثل هذا المبدأ يحكم حركة كل الأجسام

ذات الحجم الملموس - ألا وهو مبدأ وأقل أداء، Least Action وهذا المبدأ يحتوى على ميكانيكا نيوتن والميكانيكا الكلاسيكية كحالتين خاصتين، بحيث لا يشمل الأنشطة الميكانيكية وحدها، بل يشمل معها الأنشطة الكهربية والمغنطيسية، وخير ما بوضح لنا ذلك المبدأ هو التشبيه البسيط التالي:

عندما أستأجر سيارة تاكسي، فإن عداد التاكسي يحاسبني على التكاليف على أساس موضعي، وعلى أساس السرعة التي أنتقل بها، فعلى أن أدفع مبلغًا معينًا كل خمس دقائق عندما أكون متوقفًا داخل المدينة، ومبلغ آخر كل خمس دقائق عندما أنتقل بسرعة 15 ميلا في الساعة داخل المدينة، وضعف هذا المبلغ عندما انتقل بسرعة 30 ميلا في الساعة داخل المدينة، لتخيل الآن أن كل شيء يتحرك في الكون ملحق به عداد للتاكسي، بحسب التكاليف تبعا لكل من سرعة الحركة وموضع الشيء، ولتكن كل الأشياء متحركة لفترة معينة ولتكن ساعة، وفي نهاية الحركة نجمع كل التكاليف كما تبينها عدادات التاكسي، يخبرنا مبدأ وأقل أداء، أن الأشياء الفعلية في الطبيعة تختار مساراتها بحيث تجعل التكلفة الكلية كما تبينها كل عدادات التاكسي أقل ما يمكن -. فالطبيعة، التي ترفض بعناد أي تكاليف غير لازمة، تختار دائمًا أرخص الطرق.

لنفرض مثلا أن جسيمًا مفردًا يجب أن ينقل خلال فترة محددة من نقطة (أ) إلى نقطة أخرى (ب)، عبر منطقة تكون الظروف عندها موحدة بصفة مطلقة، وبحيث تكون تعريفة التاكسي موحدًا أيضا، ستكون أرخص

طريقـة للقيام بالرحلة هي الانتقال في خط مسـتقيم تمامًا، بسرعة منتظمة تمامـا، وهو ما يـدل عليه قانون نيوتـن لحركة هذا الجسـم، أو لنفرض أن كوكبًـا عليـه أن بنقل من موضعه الحـالي إلى الموضع المـوازي عند الناحية الأخـرى من الشـمس، سيكون أقصر الطرق هو المسـتقيم خـلال مركز الشـمس، ولكن التعريفة تكون باهظة في المجالات المغنطيسـية الشديدة، لهـذا فالتكاليف عبر هذا الطريق سـتجعله ممنوعة، ونجد أنه يمكن تجنب هذه التكاليف الفادحة بسـلوك مسار منحن حول الشمس، حتى إذا كان هـذا يطيل الرحلـة بعض الشيء، فإن ظل جزء مـن الطريق يمر قريبة من الشـمس، فمـن الأرخص أن يقطـع هذا الجزء من المرحلـة بسرعة عالية، حتى يقضي أقل وقت ممكن في منطقة التعريفة الباهظة، وسنحتاج للتحليل الرياضي الدقيق لنحسـب بالضبط كيفية التوفيق بين المسار والسرعة لكي تختـصر التكلفة الكلية إلى الحد الأدنى المطلـق، وهو ما يخبرنا بوجوب أن يكون المسار بيضاويًا بحيث تشغل الشمس إحدى بؤرتيه، وهذا بالضبط هـو المسـار الذي تتطلبـه ميكانيكا نيوتـن، ولكننا نلاحظ أنـه لم يعتمد في تخطيطه على تأثير(قوى) من النوع (النيوتني).

يقوم مبدأ وأقل أداء منطقيا وإلى حد ما زمنا كخلف مباشر لمبدأ (أقصر فترة) عند هيرو وفيرمات، ويأتي مبدأ (أقصر مسـافة) أو الجيوديسـات في المكان – الزمان المنحنى للنسـبية فيتبع نفس السلسـلة بوضوح، فهو يأتي بتبسـيط كبير بتحوله إلى الخلفية الجديدة المكونة من المكان المنحنى – مثل تحـول الخلفية عند مسـتمع الراديو الـذي ذكرناه عندما تحول من مسـقط مسـتطيل إلى سـطح كـروي منحـن، وأن مبدأ وأقـصر مسـافة، مثل مبدأ

وأقـصر فترة، ومبدأ وأقل أداء، يظهر ببسـاطة شـديدة تفترض أننا نتصل عن قرب بالدلالة الصادقة للعمليات الطبيعية.

أما **نظرية الكم** القديمة فلم تظهر أي بساطة من هذا النوع، ولا حاجة لأن نشغل أنفسنا بها أكثر من ذلك، فقد اتضح أنها كانت مجرد هجين غير كاف بين الميكانيكا الكلاسيكية و**نظرية الكم** الحديثة، فهي في الحقيقة تعد المحاولة الأخيرة اليائسة لتمثيل الطبيعة فوق خلفية من الزمان والمكان.

في **نظريـة الكـم** الحديثة تظهر نفس البسـاطة واضحـة تماما وبتنفس الصـورة، وإلى الحـد الـذي يذهـب الوصـف الريـاضي الشـكلي إليـه، فالنظريـة تعتـبر امتدادا أصيـلا للميكانيـكا النيوتينيـة القديمة، إلى حد أن نفـس المعـادلات الرياضيـة تصلـح لوصف كليها ونخـص بالذات المعـادلات التلامسـية التـي تحدثنا عنها ، فهـي بدورها تعبـير عن مبدأ وأقل أداء.

. إلا أن المثيـلات التصويريـة التـي يجـب أن نعطيهـا لهـذه المعادلات تختلف تمامًا في الحالتين، فالميكانيكا الكلاسيكية ظهرت للوجود في محاولة لوصف الحركات المستمرة للأشياء بتأثير الدفع والجذب، وهي فسر دائمًا بهـذه الطريقة، أما ميكانيكا الكم الحديثة فمن المستحسـن أن نفسرها على أنهـا وصف لحـالات مطردة عندما لا توجد حركـة أو تكون حالة الحركة لا تتغـير، ومن حين لآخر كما رأينا نحـدث قفزة من إحدى هذه الحالات المطـردة إلى غيرها، وتوجه ميكانيكا الكم الحديثة عنايتها نحو قفزات من هذا النوع لا نحو التغيرات التدريجية، هل هذه القفزات هي نهاية المطاف؟ أو هل تفسح المجال في النهاية أمام نوع من الحركات المستمرة السريعة لا

نعرف عنه شيئا حتى الآن، الا بالمشاهدة ولا بالبحث النظري؟ لا يمكننا ببساطة أن نحكم على ذلك.

وتعود فنقول إن الاختلاف الأساسي بين الميكانيكا القديمة والحديثة هو اختلاف في الخلفية، فالميكانيكا الكلاسيكية و**نظرية الكم** القديمة سلا معا بأن العالم بأكمله موجود في الزمان والمكان، أما الميكانيكا الحديثة فهي ببساطة شديدة تعبر عن نفسها من خلال لغة تستخدم رموزًا تفسر أفضل تفسير عندما تتجاوز حدود المكان وقيود الزمان، وفي التعامل على المكان والزمان تدخل **نظرية الكم** الحديثة خلفية جديدة تأتي ببساطة هائلة وبهذا فمن المحتمل أنها تقترب بدرجة أكبر من الحقيقة النهائية، وفي الانتقال من الميكانيكا القديمة إلى الحديثة يظل الوصف الرياضي للنسق الذي تسير عليه الأحداث تقريبًا بدون تغيير، على حين يتغير التفسير الذي نعطيه للرموز تغير تامة.

بعد تاريخ الفيزياء النظرية سجلا لمحاولة إعطاء الصيغ الرياضية التي كانت صحيحة أو قريبة جدًا من الصحة رداء من التفسيرات الفيزيائية التي كانت غالبًا على خطأ شديد، فعندما اكتشف **نيوتن** قوانين الحركة لنظام ميكانيكي وهي قوانين صادقة (بصرف النظر عن بعض التحسينات البسيطة التي أضافتها نظرية النسبية)، اتجه العلم في مسار خاطئ لمدة قرنين عندما فسرها بمصطلحات القوى والمكان والزمان المطلقين، وحدث نفس الشيء مع قوة الجاذبية التي افترضها، كذلك عندما اكتشف القوانين الحقيقية لانتشار الضوء فسر على أنه انتشار للموجات في أثير افترضوا أنه يملأ الفضاء بأكمله، وهكذا وضع العلم في طريق خاطئ قدر عليه أن يسلكه حوالى قرنين.

والآن وقد بدأت الفلسفة تستفيد من نتائج العلم، لم يحدث هذا باستعارة الوصف الرياضي المجرد لنسق الأحداث، بل باستعارة الوصف التصويري السائد لهذا النسق، وعلى هذا فهي لم تكتسب معرفة مؤكدة بل مجرد تخمينات، هذه التخمينات كانت كافية لعالم المقاييس الإنسانية، والتي تقترب بنا من الجوهر الصادق للحقيقة.

أعقب هذا أن المناقشات الفلسفية القياسية لكثير من المشكلات مثل السببية وحرية الإرادة أو مشكلة المادية والذهنية، بنيت على تفسير لنسق الأحداث لم يعد مقبولاً، فقد اكتسح الأساس العلمي لهذه المناقشات القديمة، وباختفائها اختفت كل القضايا بالطريقة التي طرحت بها، والتي بدا أنها تتطلب قبول المادية والحتمية ورفض حرية الإرادة الإنسانية، وهذا لا يعني أن النتائج التي سبق التوصل إليها خاطئة بالضرورة، فمن الممكن أن تقودنا قضية سيئة إلى نتيجة حسنة، ولكنه يعني أن علينا مراجعة الموقف بأكمله من جديد، فكل شيء قد عاد لبوتقة الانصهار وعلينا أن نبدأ من جديد محاولين اكتشاف الحقيقة على أساس الفيزياء الحديثة، وبصرف النظر عن معرفتنا لنسق الأحداث، فليس أمامنا من الأدوات إلا مبدأ الاحتمالات ومبدأ البساطة.

الصورة الجديدة للفيزياء الحديثة

قد يكون من الأنسب أن نبدأ بالأشياء التي نملك عنها أوثق معرفة، ألا وهي أنفسنا وإحساساتنا، فهذه الإحساسات تأتي إلينا من خلال حواسنا، وأهم هذه الحواس هي حاسة الإبصار، فنحن نرى من خلال

تأثير الإشعاع على الشبكية، ويأتي الإشعاع على هيئة وحدات منفردة نسميها فوتونات، وتعمل أعضاء الإحساس الأخرى بطريقة مشابهة. بحيث تنشأ أصغر وحدات الإحساس عن وصول كمة منفردة من الطاقة من العالم الخارجي

ورأينا أن الفوتونات يمكن تمثيلها على أنها تنتقل في مكان ذي ثلاثة أبعاد. ولعلنا نطابق فورا بين هذا المكان والمكان الذي نألفه في حياتنا اليومية، لأن المكان عند الإنسان العادي يقصد به المكان الذي تنتقل خلال الفوتونات إلى عينيه، فهو المكان الذي يبدو له فيه أنه يرى الأشياء تلمع أو تعكس الضوء. تتحرك أو تقف ساكنة. وهو المكان الذي يقابل فيه أصدقاءه.

تنهي هذه الفوتونات رحلاتها بأن تسقط على أعيننا. مؤثرة بهذا في وعينا، ولكنها أبعد ما تكون عن المقذوفات التي تتساقط عشوائيًا، فإذا وقفنا في الخلاء في ليلة صافية، فسوف نجد أن بعض الاتجاهات في الفضاء تأتي منها الفوتونات في تيار مستمر، وأن بعضها لا تأتي منها فوتونات إطلاق. ومن خلال مثل هذه المشاهدات نستدل على وجود مصادر معينة مستديمة للفوتونات، أو بصورة أعم، مصادر مستديمة الإحساسات، نطلق عليها لقب المادة وهذا يقودنا إلى التسليم بوجود عالم من الفوتونات والمادة، موجود في المكان المألوف، وهو ما يصفه الشخص العادي بالعالم العادي، إلى هذا الحد فالعالم المادي ما هو إلا مجرد تركيب ذهني خاص بنا، فالمكان هو مكاننا الإدراكي الحس، ولعله لا وجود له بعيدا عن وعينا الذاتي، فإذا استغرقنا النوم، أو إذا توقفت حواسنا عن العمل

لأي سبب آخر لفترة من الزمن، فسوف تجد عند إفاقتنا مصادر جديدة للإحساسات من المعقول أن نطابق بينها وبين المصادر القديمة، فحجرة النوم التي أجدها في الصباح عندما أصحو مشابهة بالضبط للحجرة التي تركتها عندما استغرقني النوم، لدرجة أن القضية تصبح بسيطة بساطة هائلة عندما أسلم بأنها نفس الحجرة، وأنها ظلت موجودة طول الوقت.

ووفق المبدأ نفسه، يمكن التعرف في القمر والكواكب والنجوم خارج الحجرة على الأشياء التي تركتها عندما استغرقني النوم، برغم أن هؤلاء لم يعودوا في نفس مواضعهم، فعندما ندرس هذه التغيرات في المواضع. فسوف نجدها بالضبط مساوية لما قد يحدث إذا رسمت الأجسام جيوديسات في وحدة مكان - زمان منحنية من النوع الذي وصفناه من قبل، لقد ضمنا الآن مكسبًا هائلاً من البساطة بافتراض أن مكانًا - زمانًا منحنية ظل متواجدة في أثناء نومي، وأن الأجرام الفلكية كانت تتحرك فيه، وعلى هذا نستخلص بقدر كبير من الأحمال، أن وحدة المكان - الزمان والأشياء التي تصور فيها لا يمكن أن تكون مجرد تركيبات من صنع عقولنا المنفردة، بل لابد أن لها وجود مستقلاً، ومع ذلك فنحن نعرف أن المكان والزمان منفصلين ما هما إلا تجريدان نصنعها عقولنا المنفردة من وحدة المكان - الزمان، وهذا بالطبع لا يتعرض للسؤال الذي سترجع إليه فيما بعد وهو: هل المكان والزمان والعالم المادي من جوهر ذهني أو لا؟ فلعلهم تركيبات من صنع وعي أسمى من وعينا، وطالما وضعنا في الاعتبار إحساساتنا وحدها، فلا فرق بين أن نعتبر العالم تركيبة ذهنية أو أن ننظر

إليه على أن له وجودة خاصة مستقلا عن العقل - فالنقطة الجوهرية الآن هي أنه لا يمكن أن يكون تركيبة ذهنية خاصة بنا.

المظهر والحقيقة

يؤكد مبدأ المادية على أن المكان والزمان والعالم المادي يشكلون الحقيقة الكاملة، فقد اعتبر الوعى مجرد حدث ضئيل في تاريخ العالم المادي، فهو أقرب لأن يكون حادثًا عرضًا من نوع استثنائي، في الفوضى الناتجة عن الحركات العشوائية للفوتونات والالكترونات والمادة على وجه العموم، وفسر التفكير على أنه حركة ميكانيكية في المخ، والعاطفة على أنها حركة ميكانيكية في البدن، وجاء وقت بدا فيه أن العلم يدعم هذا المبدأ دعما قويا، فالوعي لم يكن يمارس إلا مقترنا بالمادة، فمن الواضح أن الحالة الذهنية لأي إنسان تتأثر بالطعام والشراب والعقاقير التي تعطى لجسمه، وفكر الكثيرون أنه من الممكن تفسير كل الأنشطة الذهنية على ضوء العمليات الجسمانية - الذهنية التي تحدث في جسم صاحبها، وفي الوقت نفسه كان علم الفلك يكتشف أن جزء تافها من الفضاء إلى حد لا يمكن تصوره هو الذي يسعه أن يهيئ وجودة الحياة من النوع الذي نعرفه، وبدا أنه من المستحيل أن يحتوى باقي الكون على أي شيء سوى المادة الجامدة غير الحية، وكان من الصعب تخيل أن للوعى هذه الأهمية الأساسية في مثل هذا العالم.

تقترح الفيزياء الحديثة أنه إلى جانب المادة والإشعاع اللذين يمكن تمثيلها في المكان والزمان المألوفين، لابد أن توجد مكونات أخرى لا يمكن تمثيلها بنفس الكيفية، وتلك المكونات حقيقية تماما مثل المكونات

المادية، ولكنها لا تستطيع أن تفتن حواسنا بطريقة مباشرة، وعلى هذا فالعالم المادي كما حددناه من قبل بشكل عالم المظهر بأكمله، ولكنه لا يشكل كل عالم الحقيقة، ولعلنا نفكر فيه على أنه يكون مقطعًا عرضيًا فحسب من عالم الحقيقة.

قد نصور عالم الحقيقة على أنه مجرى عميق متدفق، وعالم الظواهر على أنه سطحه الذي لا يمكننا أن نرى ما وراءه، والأحداث التي تقع في أعماق المجرى تقذف إلى أعلى بفقاقيع ودوامات تظهر على السطح، فهذه هي تحولات الطاقة والإشعاع التي تألفها في حياتنا المشتركة، والتي تؤثر على حواسنا ومن ثم تنشط عقولنا، ونحنها توجد مياه عميقة لا نعرفها إلا بالاستدلال، وهذه الفقاقيع والدوامات تظهر خصائص ذرية، ولكن ليس لدينا علم بأي ذرية موازية في التيارات السفلية.

هذه الثنائية من المظهر والحقيقة تتخلل تاريخ الفلسفة، وهي أيضا ترجع إلى **أفلاطون**، ففي تشبيه مشهور، صور **أفلاطون** البشر وكأنهم مقيدون بالسلاسل في كهف بحيث يمكنهم فقط أن ينظروا إلى الحائط الذي يصنع خلفية الكهف، فلا يمكنهم أن يروا الحياة النشطة في الخارج، بل الظلال فقط - أو الظواهر التي تلقي بها الأشياء وهي تتحرك في ضوء الشمس على جدران الكهف، فبالنسبة للأسرى في الكهف، تشكل الظلال عالم المظهر بأكمله - أو عالم الظواهر - أما عالم الحقيقة فيبقى إلى الأبد بعيدة عن مداركهم.

يتكون عالمنا الظاهري من أنشطة المادة والفوتونات، ومسرح هذا النشاط هو المكان والزمان، وعلى هذا فجدران الكهف أو السجن الذي

نعيش فيه هي المكان والزمان، وظلال الحقيقة التي نراها معروضة على الجدران بفعل ضوء الشمس في الخارج هي الجهات المادية التي نراها تتحرك فوق خلفية من المكان والزمان أما الحقيقة خارج الكهف التي تحدث هذه الظلال فهي خارج المكان والزمان.

اعتبر كثير من الفلاسفة عالم الظهور على أنه نوع من الوهم من قبيل ما تخترعه أو تختاره عقولنا، فهو من حيث وجوده في ذاته أقل من عالم الحقيقة الذي يقوم من تحته، والفيزياء الحديثة لا تؤكد هذا الرأي فهي ترى الظواهر جزء من العالم الحقيقي لا يقل أبدا عن الأسباب التي تحدثها فهي ببساطة تلك الأجزاء من العالم الحقيق التي تؤثر على حواسنا، على حين أن المكان والزمان اللذين تقع فيها الظواهر يعدان من نفس نوع الحقيقة كالطبقة السفلية التي تتحكم في حركاتها.. إن جدران الكهف والظلال حقيقة تماما كالأشياء الخارجية الموجودة في ضوء الشمس.

وكما بينت الفيزياء الحديثة، فإن كل الأنظمة الفيزيائية القديمة ابتداء من ميكانيكا **نيوتن** حتى **نظرية الكم** القديمة، ارتكبت نفس الغلطة، غلطة اعتبار أن المظهر هو الحقيقة، فقد قصرت اهتمامها على جدران الكهف، بدون أن تعي وجود حقيقة أعمق من خلفها، أما **نظرية الكم** الحديثة فقد بينت أنه علينا أن نغوص في الطبقة العميقة للحقيقة قبل أن تتمكن من فهم عالم المظهر، إلى درجة تسمح لنا بالتنبؤ بنتائج التجارب.

السبب في ذلك، أنه مهما كان ما يحدث في الحقيقة، فليس هناك ما يبرر أن تتغير الظلال على الحائط وفقا لقانون سببي، فقد توجد ترتيبات مختلفة متعددة للأشكال في ضوء الشمس بالخارج، تحدث كلها نفس المنظر

للظلال على الحائط، وهذه الترتيبات المتعددة سيتبعها ترتيبات جديدة لن تختلف فقط في حد ذاتها بل قد تحدث ظلالاً مختلفة على الحائط، وهو نفس ما يحدث في عالم المظهر، فالتجارب التي تتطابق تمامًا في عالم الظواهر قد تحدث نتائج مختلفة تمامًا، وبهذه الطريقة تختفي السببية من عالم الظواهر.

ولكنها تعود من جديد عندما نستكشف طبقة الحقيقة وإن كانت في زي جديد غريب، والسبب في هذا أنه ليس في متناولنا سوى فوتونات كاملة، وهذه تشكل مجسمات خشنة، لذلك لا يمكننا أبدًا أن نرى عالم الظواهر في وضوح أو تميز، سواء بحواسنا أو بأدواتنا، فبدلا من أن نرى جسيمات محددة بوضوح، وموضوعه في المكان بوضوح، وتقوم بحركات واضحة، بدلاً من ذلك لا نرى سوى مجموعة من اللطخات، وكأننا نشاهد شرائح على فانوس سحري غير مضبوط، وكما رأينا سابقًا فهذا وحده يكفي لإلغاء السببية الصارمة التي نشاهدها باستمرار في عالم الظواهر.

كل لطخة تمثل الكيان غير المعروف الذي تصفه الصورة الجسمية بالجسم، وقد تصور اللطخات على أنها اضطرابات إذا توفرت لنا مَجَسات مصقولة صقلاً لا نهائيًا، أو قد نعود فنفسر الموجات على أنها تمثلات للمعرفة - فهي لا تقدم لنا صورة لجيسم، بل لما نعرفه عن موضع وسرعة حركة الجسيم وعلى هذا تبدي موجات المعرفة حتمية كاملة، فهي في انتشارها تقدم لنا معرفة تنمو من معرفة، وعدم تحديد يتبع عدم تحديد وفقًا لقانون سببي صارم، ولكن هذا لا يفيدنا بشيء جديد، فلو أننا كنا نجد معرفة جديدة تظهر أمامنا من تلقاء نفسها، لا استنتاج من معرفة

سابقة، لكنا فوجئنا بأمر مدهش للغاية وله أهمية فلسفية عميقة، ولكننا لا نجد بالفعل إلا ما نتوقع حدوثه، وتبقى مشكلة السببية كما هي لا تتغير.

الذهنية أو المادية

إلى جانب ثنائية المظهر والحقيقة، يبدى كثير من الصور في العالم ثنائية أخرى، هي ثنائية العقل والمادة أو الجسم والنفس.

وهي أيضا على حد معرفتنا، بدأت ب**أفلاطون**، فقد رأينا كيف تتكون صورته عن العالم من صور توجد فقط في عقولنا، ومن موضوعات رأي **أفلاطون** أنها تعرض طبعة الصورة وبذا فهي تمثل خصائص الصور، واعتقد **أفلاطون** أن الصور على درجة من الحقيقة تعلو على الأشياء المادية التي تمثلها بحيث يكون العالم أولاً: عالم أفكار ثم ثانيًا: عالم أشياء مادية.

ثم رأينا كيف أن **ديكارت** بعدها بألفي عام، رسم للعالم صورة برز فيها العقل والمادة من جديد، ولكنها كانا في هذه المرة متميزين تمامًا في جوهرهما إلى الحد الذي يمنع أيها من التأثير في الآخر.

وبعدها أتى الفلاسفة المثاليون، فأبقوا على تقسيم العالم إلى عقل ومادة، ولكنهم احتجوا بأن المادة ليس لها وجود قائم بذاته، فهي من نفس جوهر العقل، وهي لا توجد إلا كمخلوق للعقل، وبزعامة الأسقف **بركلي** Berkeley توصلوا إلى استنتاجاتهم من خلال قضية ذات شقين.

القضية الأولى للذهنية:

القضية الأولى من نوع تعرضنا له من قبل، فقد قسم **جاليليو**، و**ديكارت** و**لوك** وغيرهم صفات الأشياء والمواد إلى قسمين وصفها **لوك**

Locke بالصفـات الأوليـة والثانوية، والصفات الثانويـة هي التي تدرك بالحواس وعلى هذا فقد يختلف المدركون في تقريرها، أما الصفات الأولية فهـي جوهريـة بالنسـبة للـشيء أو المـادة وعلى هـذا فهي كامنة فيه سـواء أدركتها الحواس أو لم تدركها.

ورأينـا أن الفيزيـاء لا تؤيـد مثـل هـذا التقسـيم للصفـات إلى أوليـة وثانويـة، والتقـى القائلـون بالمثالية مع علـماء الفيزياء في هـذا، ولكن بينا اعتـبر الفيزيائيـون أن كل الصفـات الفيزيائية أوليـة، بالمعنى الذي قصده **لوك** عندما قال:

(لا يمكـن فصلهـا عـن الجسـم نهائيا مهـما تكن حالتـه) احتج القائلـون بالمثاليـة بـأن الصفـات كلهـا ثانويـة حيـث يجـوز أن يختلـف تقديرها باختلاف المدركين لها حسـيًا، فقـد تبدو زهرة قرمزية بالنسبة لشخص وأرجوانية لآخر، كذلك قد تبدو ساق السوسـة صغيرة بالنسـبة لإنسـان على حين يبدو حجمها ملائمًا بالنسبة لصاحبتها وهكذا، لذلك احتجوا بأن اللون والحجم لا يمكـن أن يعتبرا خصائص موضوعية للأشـياء، فهما لا يكمنان في الأشياء نفسـها بل في العقول التي تدرك الأشياء حسيًا، وإذا كان الـشيء لا يخـرج عن أنه مجموع صفاتـه، فعندما تكون جميع صفاتـه كامنـة فقط في عقول تدركه حسـيًا، فالشيء نفسـه لابد أن يسـلك نفس الأسـلوب، أي أن الـشيء باختصار يتكون من جوهـر الأفكار، والوجود مـا هو إلا كون الشيء مدركًا حسـيًا بواسطة أحد العقول.

لـو كان الأمـر كذلك، لأصبـح أي شيء غير موجـود عندما لا يدركه أي عقل حسـيًا، ولكن كوكب بلوتـو كان بالتأكيد موجودًا، ويمكنه طبع صورتـه عـلى الألـواح الفوتوغرافية لعدة سـنوات من قبـل أن يخطر ببال أحد، وبالنسـبة لكل المظاهر فالأشـياء تسـير سـيرها المعتاد داخل الغرفة الخالية، فالنار تسـتمر في الاشتعال، والسـاعة تعين الوقت، وعندما نعود للغرفـة لا نجـد مبررًا للشـك في أن السـاعة والنار خرجا مـن الوجود في أثنـاء غيابنـا، وتغلب بركلي على مثل هذه الصعوبـات بافتراضه، أنه حتى إذا غـاب الشيء عـن الإدراك الحسي لأحد العقول البشرية لبعض الوقت فإنه يظل موجودة دائمًا من خلال إدراك العقل الإلهي له باسـتمرار، وعلى هذا أصبح العالم بأكمله فكرة في عقل الله.

ووجدنا من قبل ما يبرر للعلم ألا يؤيد القضايا التي تفترض أن الأشياء هي مجموع صفاتها الثانوية، والسبب في ذلك هو باختصار كما يلي:

> مهما **كانت** مقدرة الزهرة الحمراء على إحداث إحسـاس بالاحمرار في عقل إنسان، فإن لها كذلك مقدرة على أن تعكس الضوء الأحمر سـواء وجـد يراهـا أو لم يوجد، وهـو أمر يسـهل إثباته باسـتعمال الفوتوغرافيـا، هـذه المقـدرة بـكل وضوح صفـة أوليـة لكونها لا يمكـن فصلهـا عن الجسـم مهما تكـن حالته.. ولا يمكـن القضية بركل أن تتعرض لهذا، إن قضية بركلي يصيبها الفشـل لأنه لم يتبين أن كل الصفـات ومـن بينهـا الاحمـرار تملك بالـضرورة مكونات أولية بالإضافة إلى مكوناتها الثانوية المزعومة، فهناك احمرار علمي موضوعي بالإضافة إلى الاحمرار الفلسفي الذاتي.

القضية الثانية للذهنية:

سار الخط الثاني للقضية على نحو ما يلي، عندما أسمع جرسًا، تكون مطرقة قد وجهت خبطة ميكانيكية إلى قطعة من المعدن وجعلتها تتذبذب، والذبذبات بدورها انتقلت إلى الهواء المحيط، فطبلة أذني، ثم إلى سلسلة من التركيبات الميكانيكية المعقدة والسوائل داخل أذني، والنتيجة أن سلسلة من التيارات الكهربية الدقيقة تصل في النهاية إلى مخي وتحدث تغيرات فيزيائية معينة هناك، هذه التغيرات ينتج عنها شيء ما يعبر الجسر الغامض بين الجسم والعقل منتجًا أحداثًا معينة في العقل على الجانب المقابل من الجسر، هذه الأحداث تصفها على أنها سماع الجرس، وهي فكرة ذهنية خالصة لأننا قد نمارس مثلها تمامًا في الحلم حيث لا وجود لأجراس تحدثها، واحتج بيركلي بأن النتائج لابد أن تكون من نفس جوهر أسبابها، فالنتيجة الميكانيكية يمكن تتبعها إلى سبب ميكانيكي وقس على هذا، أو لنجعل القضية أكثر تحديدًا، فمهما كان ما يعبر الجسر بين العقل والجسم فلابد أن يكون من نفس الجوهر العام مثل سببه على أحد جانبي الجسر ومثل نتيجته على الجانب الآخر، وعلى هذا النحو دل بركلي على أنه إذا **كانت** النتائج على الجانب العقلي من جسر العقل والمادة ذهنية خالصة، فلابد أن تكون أسبابها على جانب الجسم هي أيضًا ذهنية خالصة، أو باختصار إذا **كانت** (1) فكرة والفكرة لا تماثل أي شيء سوى فكرة، لهذا لابد أن تكون (ب) فكرة، أو مجموعة من الأفكار والقضية - كما هو واضح - ذات حدين، ولها نفس القدر من الفعالية عند عكسها، لأنه إذا لزم أن تكون (ب) من نفس جوهر (ا)، فإنه يصح

تمامًا أن نحتج بأن (أ) لابد أن تكـون من نفس جوهر (ب)، فإذا صارت (أ) مادية خالصة، فسوف تثبت القضية أن عملياتنا الذهنية لابد أن تكون مادية في جوهرها كما يزعم الماديون.

استطاع **بـركلي** أن يرى جانب واحـدًا من القضية، فقـد أراد أن يخدم اللاهـوت بالبرهنة على وجود الله، ومـن قبله لم يتمكن **ديكارت** من رؤية أي مـن الجانبـين، فقد زعم أن العقل والمادة مختلفان تمامًا، من واقع الخبرة لدرجـة عـدم وجود أي شيء مشـترك بينهـا، فقد رغب هـو الآخر في أن يخدم اللاهوت بتثبيت حرية الإرادة، أما إذا تجاوزنا المضمونات اللاهوتية لقضية **بركلي**، فسوف يبدو أنها تقدم دلية صحيحة على أنه لابد من وجود شيء مشـترك بـين العقل والمـادة، ويمكننـا أن نرى مدى صحـة ذلك إذا فكرنا في المضايق التي أرغم عليها **ديكارت** و**لايبنتس** عندما حاولا إثبات العكس. وفي زمن أحدث، عبر **بيرتراند راسل** عن نفس القضية بالكلمات الآتية: «طالما ظللنا نتمسـك بالأفكار التقليدية عن العقل والمادة، فسوف نتقيـد بوجهة نظر في الإدراك الحسي تجعـل منه معجزة، فنحن نفترض أن عمليـة فيزيائيـة تبدأ مـن شيء مرئـي، وتنتقل إلى العين حيـث تتحول إلى عمليـة فيزيائية أخرى، فتحـدث أيضًا عملية فيزيائيـة أخرى في العصب البـصري وفي النهايـة تحـدث تأثـيرًا ما في المـخ، بحيث يتزامن مـع رؤيتنا للـشيء الذي بـدأت منـه العمليـة، فالرؤية أمـر (ذهني) يختلـف تمامًا في خصائصه عن العمليات الفيزيائية التي تسـبقه وتصاحبه، وهو رأي شـاذ جـدًا لدرجة أن الميتافيزيقيين اخترعوا كل أنـواع النظريات التي صممت لاستبداله بما هو أقرب للتصديق».....

"كل ما يمكننا مشاهدته مباشرة من العالم الفيزيائي يقع داخل رؤوسنا، ويتألف من أحداث وذهنية، بمعنى واحد على الأقل من معاني كلمة «ذهني» ويتألف كذلك من أحداث تشكل جانبًا من العالم الفيزيائي، والمعنى خلف وجهة النظر هذه سيصل بنا إلى استنتاج أن التمييز بين العقل والمادة وهم، والخامة الأولية التي يتكون منها العالم قد نعتبرها جسمانية أو ذهنية أو كليهما أو ما يخالفها كما نرغب، فالكلمات في الحقيقة لا تخدم أي غرض.

فإذا وافقنا على هذه القضية، فإن ثنائية **ديكارت** تسقط من الصورة كلية، والسؤال الوحيد الذي يتبقى أمامنا هو هل علينا أن نقول مع الماديين أن العقل مادي أو مع الذهنيين أن المادة ذهنية؟

مللت مكتبات بأكملها، كما يبدي **جيفريز** Jeffreys ملاحظاته اللاذعة، بما يتناول حججًا سيئة لكلا الجانبين، فقد شعر الماديون بثقة شديدة، تعود جزئيًا بسبب نجاح العلم، في وجود عالم خارجي مكون من ذرات صغيرة صلبة تتواجد وتتحرك في المكان والزمان، واستنتجوا أن العقل لابد أن يكون ماديًا، وأن الوعي هو نشاط لذرات صغيرة صلبة تتحرك في المكان والزمان، أما الآن فقد اختفت الذرات الصغيرة الصلبة من العلم، وأصبحنا نصور المادة على أنها تتكون في الأغلب من فضاء خال، ويبدو أن بعض الكتاب قد اعتبروا أن هذا يتضمن عواقب فلسفية بعيدة المدى وعلى الأخص أنه يحملنا في اتجاه الذهنية، وإن كان من الصعب أن نعرف لماذا؟ إن خبطة كرة الجولف ما زالت توجع كما **كانت** تمامًا، برغم معرفتنا أنها ليست أكثر من فضاء خال، لأننا ندرك

أن خواصها المادية من الصلابة والماسك لم تتلاشى وكل ما استجد أنها أصبحت تفسر بطريقة جديدة.

ومن ناحية أخرى، شعر الماديون بالثقة بسبب نجاح العلم، في أن مكان وزمان **نيوتن** المطلقين لها وجود حقيقي قائم بذاته، ولكن نظرية النسبية الفيزيائية تشير الآن - بقدر كبير من الاحتمالية، وإن كان ذلك بدون تأكيد مطلق - إلى أن المكان والزمان لا يتواجدان منفصلين بذاتها، بل هما اختياران ذاتيان من وحدة مكان - زمان أوسع من كل منها بمفرده، واحتج بعض الكتاب بأن هذا أيضًا يتضمن انحراف نحو الذهنية، ومرة ثانية نقول: إنه من الصعب أن نبرر هذا فيها **كانت** درجة الحقيقة التي يمتلكها المكان والزمان في الفيزياء القديمة، فإنها لم تحذف من العالم، بل نقلت ببساطة إلى وحدة المكان - الزمان وهذا التركيب المشترك موضوعي بنفس الدرجة، ولعله أيضا حقيقي بنفس الدرجة التي اعتقدوها سابقًا في مكوناته من المكان والزمان منفصلين، فالمكونان ببساطة دخلا في شركة، بحيث ينظر إليها العلم الآن على أنهما كان واحد، وهو أمر لا يجعلها أقل حقيقة ولا أقرب إلى الذهنية عن ذي قبل.

وما زالت أمامنا اعتبارات أخرى، تواجهنا بها النظرية الفيزيائية للنسبية، فقد اعتقد الماديون أن المكان مملوء بجهات حقيقية، يؤثر أحدها في الآخر عن طريق قوى تكون كهربية أو مغنطيسية أو تجاذبية في طبيعتها، وهذه القوى توجه حركات الجهات فهي بذلك مسئولة عن كل نشاط في العالم، وكانوا يعتقدون بالطبع أن هذه القوي حقيقية تمامًا مثل الجهات التي تحركها. ولكن النظرية الفيزيائية للنسبية أظهرت الآن أن الكهربية أو

المغنطيسـية ليست حقيقية على الإطلاق، فهي مجرد تركيبات ذهنية خاصة بنا ناشئة عن مجهوداتنا المضللة لكي نفهم حركات الجهات، ويصدق نفس الأمر على قوة الجذب النيوتونية، وعلى الطاقة، وكمية الحركة، وغيرها من المفاهيم التي أدخلت لكي تسـاعدنا في فهم أنشطة العالم - فن الثابت أنها كلهـا مجرد تركيبات ذهنيـة، ولا تصمد حتى لاختبار الموضوعية، وعندما يضطـر الماديون لتحديد ما تبقى من العالم محتفظًا بماديته كما يزعمون، فلن يكون أمامهم إلا أن يقولوا المادة نفسها، أي أن فلسفتهم بأكملها ترتد إلى تحصيـل حاصل، فمن الواضح تمامًـا أن المادة لابد أن تكون مادية، ولكن كون جانب كبير مما جرت العادة على التفكير فيه على أن له وجودًا فيزيائيا موضوعيًا، وثبت الآن أنه يتكون فحسـب من تركيبات ذهنية ذاتية، هذه الحقيقة بالتأكيد تعتبر انحيازًا صريحًا إلى مبدأ الذهنية.

بالإضافـة إلى ذلك تـأتي نظرية النسـبية التجاذبية باعتبـارات من نوع جديـد إلى القضية، فهي تقدم مثلاً بـارزًا على حقيقة الملحوظة العامة التي أبداها ألبرت أينشـتاين من أنه كلما تقدم البحث التجريبي، تتجه القوانين الأساسـية للطبيعة نحو البسـاطة بالتدريج، ومثلا يحدث في أقسام أخرى كثـيرة للفيزياء، نجد أن هذه البسـاطة لا تكمن في الحقائـق الفيزيائية ولا في تمثلاتهـا التصويرية، بل تكمن فحسـب في الصيغ الرياضية التي تصف نسـق الأحـداث، وهذه تبدو بسـيطة أمـام عقولنا لأنه يجـوز التعبير عنها باسـتخدام رياضيـات مـن النوع الـذي اعتدنا عليـه بالطبيعة، ودرسـناه للأهميـة العقلية الخالصة التي وجدناها فيه قبل أن نتبين أنه من الممكن أن يساعدنا في فهم الطبيعة - أي باختصار لأنها يعبر عنها بالرياضات البحتة

لا التطبيقية، لذلك يجد عالم الرياضيات البحتة سهولة في تفسير الجاذبية وفق مصطلحاته أكثر من الميكانيكي أو المهندس، ولكن عالم الرياضيات البحتة بتعامل مع العالم الذهني على حين يتعامل الميكانيكي والمهندس مع العالم المادي، لهذا يبدو أن نظرية النسبية للجاذبية لارتباطها الوثيق بالرياضيات البحتة، يبدو أنها تتقدم بنا في الطريق المؤدي من المادية إلى الذهنية، ويجوز أن ينطبق القول نفسه على غالبية التطورات الحديثة في العلوم الفيزيائية.

وتضيف **نظرية الكم** الحديثة عوامل أخرى إلى الموقف، فقد رأينا كيف تعرض أمامنا الصورتين اللتين وصفناهما بالصورة الجوية والصورة الموجية.

فالصورة الجوية عندما تصور لنا الظواهر تكون محتوياتها نفس ما في الصورة المألوفة للعالم المادي، أي مادة وإشعاع يتواجدان ويتحركان في الزمان والمكان.

أما الصورة الموجية، فتحتوى على اضطرابات شبيهة بالأمواج، فمهما كان أي جسيم في حد ذاته، فلن نتمكن من معاملته على أنه نقطة، أما إذا أصررنا على تصويره بهذه الكيفية، فعندئذ سوف تدل الشدة النسبية للموجات على الملاءمة النسبية لافتراض وجود الجسم في النقط المختلفة من المكان.

ولكن الملاءمة تعد نسبية قياسًا على ماذا؟ الجواب هو: نسبية بالقياس إلى معرفتنا، فعندما لا نعرف أي شيء عن جسيم ما سوى أنه موجود،

فكل الأماكن ممكنة بالنسبة له، بحيث تنتشر موجاته بانتظام خلال المكان بأكمله، وبإجراء تجربة بعد الأخرى نستطيع أن نضيق من امتداد الموجات، ولكننا لن نتمكن أبدًا من اختصارها إلى نقطة، أو فعليًا إلى ما هو أقل من حد أدنى معين، فأدوات القياس المصقولة صقلاً خشنًا والتي نستعملها تحول دون ذلك، بحيث يتبقى دائمًا نطاق محدد من الاضطراب الموجي، والموجات في هذا النطاق تصور معرفتنا بعيوبها بدقة وبالتحديد.

على هذا فمحتويات الصورة الجسمية هي جسيمات توجد وتتحرك في مكان فيزيائي، أما محتويات الصورة الموجية فهي أبنية ذهنية توجد وتتحرك في أماكن تصورية.

محتويات الصورة الجسمية مادية على حين أن محتويات الصورة الموجية ذهنية.

وأول صورة موجية كاملة هي التي قدمتها ميكانيكا نيوتن مقترنة بنظريته الجوية عن الضوء، فقد افترضت الميكانيكا أن تلك المصادر الدائمة للإحساس التي نسميها مادة مكونة من جسيمات تتحرك في المكان الفيزيائي، في حين أضافت النظرية الجوية للضوء إلى ذلك أن الإشعاع الذي تتأثر به يتكون هو الآخر من جسيمات، وهذا النظام وجد أنه لا يقدم تعليلاً كافيًا لحقائق المشاهدة، ومضى الوقت استبدلت الصورة الجوية للضوء بالصورة الموجية الحالية، ونتج عن هذا توافق كامل مع حقائق المشاهدة التي تتناول الظواهر البصرية، ولكن إلى حين ظهور نظرية النسبية، لم يخطر ببال أحد أن محتويات هذه الصورة هي تركيبات ذهنية خالصة.

على هذا النحو ظلت الفيزياء تعتقد أنها تدرس طبيعة موضوعية موجودة بذاتها مستقلة عن العقل الذي يدركها حسيًا، وأنها كانت موجودة منذ الأزل سواء **كانت** مدركة حسيًا أم لا، هذا الاعتقاد هو الأرضية التي نشأ عليها مذهب المادية، ولعل الفيزياء **كانت** ستظل متمسكة بهذا الاعتقاد لو أن الالكترون الذي لاحظه الفيزيائيون تصرف كما كانوا يفترضون.

ولكنه لم يتصرف على هذا النحو، و**نظرية الكم** الحديثة أتت للوجود الإصلاح أوجه النقص القائمة، ووجدت ما نعتقد الآن أنه النسق الحقيقي للأحداث، بحيث تقوم الصورة الموجية بدور المثل التصويري، لقد تخلت الصورة الجسيمية عن مكانها بالفعل إلى الصورة الموجية، وبدا عندها أن الصورة الجسيمية للأداة يجب أيضًا أن تستبدل بصورة موجية، وكانت النتيجة اتفاق تام مع التجربة، وفي هذا التقدم نحو الحقيقة نلاحظ أن كل خطوة **كانت** من الجهات إلى الموجات، أو من المادي إلى الذهني، والصورة النهائية تتكون بأكملها من موجات، ومحتوياتها مى تركيبات ذهنية خالصة.

ويجب علينا أن نتذكر أن هذه الصورة ليست صورة للحقيقة، بل هي صورة نرسمها لتساعدنا على تخيل مجرى الأحداث في الحقيقة، وعلى هذا فليس مسموحًا لنا أن نحتج بأن الحقيقة مشابهة لمحتويات الصورة، برغم أن هناك تكهنًا أكيد بأن الاثنين ليسا مختلفين تمامًا في جوهرها، إن التمثل التصويري لا يوصلنا إلى صرح الحقيقة، بل إلى بوابتها وعلى هذا فعندما كان من المعتقد أن مجرى الأحداث يمكن فهمه أبسط ما يكون بلغة

القوى والنماذج الميكانيكية، فكرت الغالبية أن الصورة أو النموذج ينبغي أن تشابه الحقيقة وتسرعوا في استنتاج أن الحقيقة ميكانيكية في جوهرها، ومن قبل، عندما بدا مجرى الأحداث وكأنه محكوم بنزوات وأهواء الآلهة والمردة، كان من المسلم به أن الحقيقة لها نفس الجوهر، وقد رأينا كيف اعتقد **طاليس** أن كل الأشياء لابد أن تكون مملوءة بالآلهة، أما الآن ونحن نجد أن فهم مجرى الأحداث يكون أفضل ما يمكن بلغة موجات المعرفة، فهناك تكهن محدد برغم عدم وجود دليل مؤكد، بأن الحقيقة والمعرفة متشابهان في جوهرها، أو بعبارة أخرى، أن الحقيقة بأكملها ذهنية.

وبصرف النظر عن مثل هذه القضايا، فليس في استطاعتنا أن نعرف الجوهر الصادق للحقيقة، وغاية ما يمكننا قوله هو أن الأدلة المتراكمة من تطبيق مبدأ الاحتمالات على المعلومات المختلفة، تجعل الحقيقة تبدو أقرب إلى أن توصف بأنها ذهنية لا مادية.

وحتى إذا كان الكيانان اللذان وصفناهما الآن بالعقل والمادة من نفس الجوهر العام، فسوف يتبقى سؤال هو أي الاثنين هو الأساس؟ هل العقل مجرد ناتج جانبي عن المادة كما يدعي الماديون؟ أو هو كما ادعى **بركلي** الخالق والمتحكم في المادة؟

قبل أن نتناول البديل الثاني بجدية، لابد أن نجد حلاً لمشكلة كيفية استمرار الأشياء في الوجود، على حين لا يكون أي عقل انساني مدركًا لها إدراكًا حسيًا، فلابد كما يقول «إنها موجودة في عقل آخر»، وقد يرغب بعضهم في وصف هذا العقل مع بركلي على أنه عقل الله، في حين يساير غيرهم هيجل في أنه العقل الكلي أو العقل المطلق الذي يحتوي عقولنا

الفرديـة كلهـا، ولعل **نظريـة الكم** الحديثة تعطينا تلميـح لا غير عن كيفية إمكان هذا.

في الصـورة الجبريـة التي تصور عـالم الظواهر يكون كل جسـيم وكل فوتـون بمثابـة فـرد متميز يسـلك طريقه الخـاص، وعندمـا نتخطى هذه المرحلـة متجهين نحـو الحقيقة تصـل إلى الصورة الموجيـة، حيث لا تظل الفوتونـات أفـرادًا مسـتقلة، بـل أعضـاء في تنظيم واحـد أو في كل - هو حزمـة من الضـوء - تندمج فيـه فردياتهـا المنفصلة، لا بالمعنى السـطحي المشـابه لقولنا: إن شـخصًا قد تـاه في الزحام، بل بما يشـبه قولنا: إن قطرة المطـر قـد فقدت في البحر ويصـدق نفس الشيء عـلى الالكترونات، ففي الصـورة الموجيـة تفقد فردياتها المنفصلة وتصبح ببسـاطة أجـزاء من تيار مسـتمر من الكهربية، وفي كلتـا الحالتين يكون المكان والزمان مشـغولين بأفـراد متميزيـن، ولكن عندما نتجـاوز المكان والزمـان، منتقلين من عالم الظواهر إلى الحقيقة، فإن الفردية تستبدل بالجماعة.

ويبدو من الممكن تصور أن ما يصدق على الأشـياء المدركة حسـيًا قد يصدق أيضًـا على العقول التي تدركها، فمثلاً توجد صور موجية للضوء والكهربية، فلعل هناك صورة موازية بالنسبة للوعى، وعندما نرى أنفسنا في المـكان والزمان، فـن الواضح أن ما يمتلكه كل منـا من وعى هو ذلك الفرد المنفصل في الصورة الجسَـيمِية، ولكن عندما نتجاوز المكان والزمان فلعل تيارًا واحدًا مستمرًا من الحياة يتضمن ما نمتلكه منفردين من وعي، ولعل الحياة تشـابه الضوء والكهربية في اعتبار أن الظواهر هي أفراد لكل

منهـا وجود منفصل في المكان والزمان، وعندما نتعمق إلى الحقيقة القائمة مـن وراء المـكان والزمان فلعلنـا جميع أعضاء في جسـم واحد وباختصار ليسـت الفيزيـاء الحديثـة مضـادة كليـة المثاليـة موضوعيـة objective idealism كتلك التي نادى بها هيجل.

هـذه الثنائيـة الجديـدة التـي نجدهـا في الصورتين الجسـمية والموجية تذكرنـا مـن عدة نواح بالثنائيـة القديمة التي نادى بها **ديـكارت**، فلم تعد هناك ثنائية العقل والمادة، بل ثنائية الموجات والجهات، فيبدو أن الموجات والجسـيمات هـي الخلـف المبـاشر للعقـل والمـادة السـابقين وإن كان من الصعـب تبـين ذلك، فالموجـات تحل محل العقل والجسـيمات محـل المادة، وهـذان الطرفان من الثنائية الجديدة لا يعتـبران متضادين أو متعارضين، بل الأصح أن يعتبرا متكاملين، فلا حاجة لنا الآن بإنشاء آليات معقدة كما فعـل **ديكارت** و**لايبنتس** لكي نبقي على توافق الطرفين، حيث إن احدهما يتحكـم في الآخـر - فالموجـات تتحكـم في الجسـيمات، أو بالمصطلحات القديمة: الذهني يتحكم في المادي.

مشكلة حرية الإرادة

رأينـا كيـف فـسر الماديـون الفكـر عـلى أنـه نشـاط ميكانيكـي للمخ والعاطفة على أنها نشـاط ميكانيكي للجسـد، وتخيلوا أنه إذا أمكن تقصى كل التغـيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في المخ والجسـم، لأمكننا ولو من حيث المبدأ أن نستدل على كل الخبرات الذهنية والعاطفة الخاصة

بالعقل الذي يصاحبها، فإذا كانت التغيرات المادية مرتبطة بسلسلة من الأسباب، فلابد أن تكون الخبرات الذهنية والعاطفية مترابطة أيضا وبنفس الأسلوب ولم يعد هناك مجال الحرية الإرادة.

ومع ذلك فقد وجدت مدرستان فكريتان - فالقائلون بالجبرية واعتقدوا أن كل الأحداث بما في ذلك الأفعال الإنسانية محكومة بقانون سببي وهي بهذا تخضع للأحداث والأفعال الماضية، ويدخل في ذلك أحداث الوراثة والبيئة والعادات المكتسبة، وما يشبهها «والمعارضون للجبرية» Indeterminists الذين اعتقدوا أن الأفعال الإنسانية ليست محكومة تماما بما حدث في الماضي، بل يمكننا في كل لحظة أن نمارس قدرة معينة من التوجيه نجيزه لأنفسنا.

ويرى المذهب الجبري أن في استطاعة الشخص الذي يملك معرفة وثيقة كافية عن طبيعة أي إنسان، وعن ماضيه، وعن الشخصية التي اكتسبها في الماضي أن يتنبأ تمامًا بأفعال ذلك الإنسان، ولو من حيث المبدأ، أما مذهب حرية الإرادة فلا يقر هذا، فأي إنسان يمكنه أن يخيب كل التوقعات بأن يختار أفعاله تبعا لأهوائه وهي بذلك اختبارات لا يمكن التنبؤ بها.

القائلون بالجبرية:

من الناحية العملية بعد كل الفلاسفة المحدثين من الطبقة الأولى - **كديكارت ولايبنتس ولوك** وهيوم و**كانت** وهيجل وميل وألكسندر وكثيرين غيرهم من أصحاب المذهب الجبري، بمعنى أنهم يقرون بقوة

الحجج التي يقدمها المذهب الجبري، ومع ذلك فإن كثيرًا منهم كانوا في الوقت نفسه من أصحاب مذهب اللاجبرية بمعنى أنهم حاولوا أن يوجدوا منفذا للتملص من هذه الحجج، وهم غالبًا مقتنعون بأن حريتنا الظاهرة من الأوهام، لذا فإن المنفذ الوحيد الذي أمكنهم أن يأملوا فيه هو إيجاد تفسير للكيفية التي نشأ بها هذا الوهم.

رأينا فيما سبق أنه قد يصح وصف **ديكارت** (**وكانت**) بأنها جبريان يحاولان أن يسقطا مذهبهما الجبري، في حين قد يحسن وصف لايبنتز **ولوك** وهموم بأنهم جبريون يحاولون تفسير مذهبهم الجبري، أما **سبينوزا** وميل وألكسندر فهم من غلاة الجبريين المتطرفين برغم أنهم مثل كثيرين من الجبريين الآخرين لم يكونوا دائما متسقين في مذهبهم الجبري.

فكر **لايبنتس** في أنه توجد دائمًا أسباب كافية في طبيعة وشخصية أي فرد منا تحدد لنا أي قرار قد نتخذه، وعلى هذا فلن نكون أحرارًا أبدا لأن أفعالنا في كل لحظة محكومة تمامًا بطبيعتنا التي أتت إلينا في الماضي، وبشخصيتنا التي **تكونت** في الماضي أيضًا، كما فكر **هيوم** أيضًا في أن قراراتنا محكومة دائمًا بشخصياتنا بحيث يحتاج اتخاذ القرار مخالف لأن تكون شخصية مختلفة، وفكر **لوك** أن قراراتنا مبنية على رغباتنا في الاستمتاع باللذة وتجنب الألم، وأنها لذلك محكومة بتقديرنا لكل من اللذة والألم المستقبلين - بالرغم من أن أحكامنا يجوز أن تكون على خطأ، واعتقد **سبينوزا** أن أفعالنا وخبراتنا يحكمها بالفعل نوع من الضرورة الرياضية وكأنها عجلة في آلة، ومع ذلك قد نشعر بأننا أحرار عندما نستمتع بأداء عمل تؤديه ونحن - في الحقيقة - مكرهون على أدائه، فالحجر المقذوف في الجو قد

يحسب نفسه حرًا كما يقول **سبينوزا** إذا استطاع أن ينسى اليد التي قذفته، أو لنوضح ذلك بمثال أقرب لم يقدمه سپينوزا، أعرف أني أختار شطائر المربي لأنني أشتهيها، وأشعر بأني حر في اختيارها لأني لا أحاول أن أفكر في أن اشتهائي لها هو النتيجة اللازمة لوراثتي وتنشئتي، ولما أنا عليه من حالة صحية وتمثيل غذائي للسكريات ولكل الأشياء التي ليس في مقدوري أن أغيرها في اللحظة الحالية، وأبدى هيجل ومن بعده بفترة ألكسندر آراء مماثلة لذلك، وفكر (**كانت**) في أننا نشعر بأنفسنا أحرارًا طالما بدت أفعالنا بالنسبة لنا عقلانية، فلو أني هبطت السلم جريًا بطريقة عقلانية لأرحب بأحد الأصدقاء، فسوف يبدو فعلى هذا حرًا، أما إذا هبطت السلم جريًا بطريقة غير عقلانية لخوفي من أحد الأشباح فسوف يبدو لي أني تصرفت مكرهًا، واعتقد (**جون ستيورات ميل**)، أن كل الأفعال الإنسانية جبرية لدرجة أن علم الاجتماع يمكن أن نجعله علمًا دقيقًا إلى حد الكمال بحيث نرى مستقبل أي مجتمع على أنه يتبع ماضيه في حتمية آلية ووفقا لقوانين لا تتبدل، وعندها أراد في عقلانية مميزة للجبريين المتطرفين، أراد لهذه القوانين أن تدرس بقصد تحسين مستقبل الجنس البشري.

ربما يعتبر الإنسان العادي البعيد عن الفلسفة أن الأنشطة الإنسانية تبلغ من التنوع والتداخل والتعقيد قدرة لا يسمح بتلخيصها في أي صيغة منفردة، إن فلسفته الخاصة ليست محددة تمامًا، ولكنها قد توصف بأنها تحكم بالجبرية على الآخرين وبالحرية على نفسه، ومع ذلك فهذه الحرية المفترضة تنطبق فقط على أفعاله الحاضرة لا الماضية، لأننا نرى ذواتنا في الماضي كأنها أشخاص أخرى، فالأمر كما يقول **هنري سيدجويك**

Henry Sidgwick: إننا دائمًا نفسر الأفعال الإرادية لكل الناس باستثناء أنفسنا على أساس أنها ترجع للشخصية والظروف، ونستدل عامة على الأفعال المستقبلية للأشخاص الذين نعرفهم من أفعالهم الماضية، فإن خابت تنبؤاتنا في أي من الأحوال، فإننا لا نرجع الاختلاف إلى التأثير المعاكس لحرية الإرادة، بل إلى عدم معرفتنا بشخصياتهم ودوافعهم بالقدر الكافي... بل إن أفعالنا الذاتية نفسها بصرف النظر عن شعورنا بحريتنا في أي لحظة وعدم تقيدنا بدوافعنا وظروفنا الحالية، وتحررنا من أوضاعنا السابقة، وشعورنا باختيارنا الإرادي، عندما ننظر إليها بعد انقضائها وسط بقية أفعالنا، فسوف تبدو فيها صلات السببية والتشابه مع باقي جوانب حياتنا، وطبيعي أن نفسرها كنتيجة لطبيعتنا وتعليمنا وظروفنا».

ليس هذا فحسب بل إن الحرية التي تزعمها لأنفسنا في الحاضر تكاد لا تميز من الجبرية التي تنسبها للآخرين، فنحن في العادة لا ندعى لأنفسنا حرية تتجاوز قدرتنا على فعل ما نرغب في القيام به، مما يعني ببساطة الخضوع لأقوى المؤثرات فهي حرية عاتق الميزان في الميل نحو الجانب الأثقل، إنها الحرية التي يتفق الفيلسوف والعالم على وصفها بالجبرية لأنها تتضمن أن المستقبل محدد تماما فهو ينشأ عن الماضي في ضرورة مشابهة للآلات.

قد يساعدنا ضرب أحد الأمثلة على توضيح ذلك، فلنفرض أن إنسانًا عادا تفكر في ماضيه وصرح بأنه لو عاد للشباب من جديد لاختار مهنة مختلفة، قد يصر على أنه سيكون حرًا في اختياره، ولكن ما يعنيه بذلك هو أنه لو اكتسب في الثامنة عشر من عمره المعرفة والخبرة عن الحياة التي

يملكها في الخمسين لكان تصرف على غير هذا النحو، وطبيعي أن يفعل هذا وأن نفعل نحن جميعا الشيء نفسه ولكن هذا ليس دليلاً على الحرية، لأن هذا الإنسان العادي إذا اضطر إلى الاختيار من جديد بنفس المعرفة والخبرة بالضبط التي تهيأت له في الثامنة عشرة، فسوف يراجع الموقف بنفس الطريقة التي راجعه بها من قبل، وستوضع نفس الاعتبارات في الحساب وسترجع نفس الكفة التي رجحت من قبل، وهو لن يزعم لنفسه حرية التصرف بدافع الروات الخالصة، بل حرية الانقياد إلى أقوى الدوافع، حرية التفاحة التي شاهدها **نيوتن** في السقوط نحو الأرض بدلا من الاتجاه نحو القمر لأن الأرض جذبتها بقوة أكبر من القمر، وليست هذه حرية من أي نوع، إنها جبرية خالصة فكما قال **هيوم**، لو أنه اتخذ قرارًا مختلفة لوجب أن يكون إنسانًا مختلفة.

ولعله بزعم لنفسه حرية الاختيار في الأمور التافهة مثلا هل سيطلب قهوة سادة أو ممزوجة باللين، ربما كانت عادته أن يطلب قهوة سادة وإن كان في أحيان نادرة يطليها ممزوجة باللين، فربما يتخيل أنه في مثل هذه الأمور التافهة كان اختياره بعيدًا تمامًا عن الجبرية، ولكن عالم النفس سوف يخبره أنه حتى في ذلك، فليس في وسعه إلا الخضوع لأقوى الدوافع مهما كانت هذه الدوافع ضعيفة، فعندما اختار على غير العادة، ربما كان عقله بعيدًا عن الطعام والشراب، مستغرقًا في صفحات كتاب ينظر إليه حتى أنه عندما أوجب عليه الذوق أن يختار اختار ببساطة اللون الذي اقترحته عليه صفحات الكتاب، أو لعله شعر بكراهية مؤقتة غير مقصودة للأسود والسواد من خلال الربط بشيء آخر كالحداد أو الجنازة، فهناك مالا نهاية

لـه من الاحتمالات وأمر واحد مستحيل، هو أنـه اختار (الأبيض) بدافع نـزوة عارضـة، بدون أن يقـوده أي دافع في ذهنه، فوجـود اللبن في قهوته بعد دقيقتين سـيكون نتيجـة مباشرة لحالة عقله الآن تمامًـا كتأكدنا من أن حالـة الكون المادي بعد دقيقتين سـتكون - وفق المذهب الجبري - نتيجة مباشرة لحالته الآن.

وبرغـم أن هـذا الإنسـان العـادي قد يحتـج أحيانًا بأنه لا يسـتطيع أن يتصرف بوضاعة أو خسـة فإنه سـيكره أن يفكر في أنه غـير حر في اختيار مجرى أفعاله في كل لحظة من حياته، لذا فهو يود أن يفكر في أفعاله على أنها لا يمكـن التنبؤ بها مطلقة، ومع ذلك فعندما يتصرف الآخرون بطريقة لا يمكـن التنبؤ بها مطلقة فإنه بصفهم بالحمـق، وباختصار: حريتنا فضيلة، وحرية الآخرين رزيلة، فالحرية شيء نملكه نحن لا الآخرون.

ولا يقـع في هـذا الخلط بين حريـة الإرادة والجبرية من هـذا النوع غير المقصـود عامة الناس فقط بل يشـاركهم في ذلك كتابه للفلسـفة لذا يقول (**هنـرى سـيدجويك**) في كتابه (مناهـج الأخلاق) إن موضع المناقشـة في الجدل حول حرية الإرادة كما يفهمه هو: هل يتحدد نصرف الإنسان تمامًا في أي لحظة بشخصيته والمؤثرات الخارجية بما في ذلك حالته الجسمية التي تؤثر عليه عند تلك اللحظة؟ أو هل تقوم دائمًا إمكانية لاختياري التصرف بالأسـلوب الذي أحكم عليه الآن بأنه معقول وسـليم، مهما كانت أفعالي وخبراتي السابقة؟

ولكـن الحكـم على ما هـو معقول وسـليم لا يمكـن أن يعتمد على لا شيء وإلا أصبـح نـزوة خالصة وليس حكمًا وهـو لا يمكن أن يعتمد على

شيء سوى شخصية الإنسان التي تكونت من تصرفاته وخبراته السابقة والمؤثرات الخارجية التي تؤثر فيه في اللحظة الحالية - أو باختصار يعتمد على الماضي والحاضر، وما هو موجود بداخله وما هو موجود بخارجه، وعلى هذا فالبديل الثاني الذي قدمه (**سيدجويك**) والذي قصد منه بوضوح أن يمثل حرية الإرادة هو أن أفعالنا محددة بأحكامنا، وأحكامنا محددة بشخصياتنا والمؤثرات الخارجية عليها وهو ما يرجع بنا بالضبط إلى ما وصفنا به الجبرية، وعلى هذا فالبديلان اللذان قدمهما ليسا بديلين بين الجبرية والحرية على الإطلاق، بل هما ببساطة بديلان بين الجبرية عن وعي والجبرية عن غير وعي، ولا يتوصل أبدًا للمنفذ الحقيقي إلى حرية الإرادة.

ويصدق الشيء نفسه على المحاولات اللاهوتية لحل المشكلة بإضافة التدخل الإلهي إلى المؤثرات الخارجية التي تؤثر على الإنسان - اليس لدينا قدرة على أداء الأعمال الصالحة.... بدون العناية الإلهية من خلال تدخل المسيح لمنعنا، فقد تكون لدينا إرادة صالحة، فيساعدنا عندما نملك هذه الإرادة الصالحة،، ومثل هذا التدخل الإلهي يقربنا من مذهب الجبرية بعيدًا عن حرية الإرادة.

وبذلت محاولات لإيجاد بديل للجبرية فيما يوصف بالعلة الغائية،، وتبعة لذلك فالمستقبل يحدد الحاضر أو على الأقل يؤثر فيه، مثل الجزرة الأسطورية المعلقة أمام أنف الحمار، فإذا كان الطالب يشتغل بجد على أمل النجاح في الامتحان، فقد يحتج بأن فترة العمل الجاد في الحاضر نتيجة لسبب في المستقبل هو الامتحان الذي سيعقد في يوم من أيام المستقبل،

ولكـن الأصح بالتأكيد أن نقول إن السـبب ليس الامتحان - الذي قد لا يعقـد برغم كل هذا - وبذا لا يمكن اعتباره سـببًا لشيء حدث بالفعل - بل إن السـبب هو الأمل في اجتياز الامتحـان، وهذا الأمل ليس موجودة في المسـتقبل، فالمرء لا يعمل في الحاضر مـن أجل امتحان ما لم يكن الأمل في اجتيازه موجودًا في ذهنه من زمن سـابق، بحيث يكون السـبب المحدد لعمله الجاد موجودة في الماضي لا المسـتقبل، إن المسـألة برمتها تعد إلى حد كبير تلاعب بالألفاظ، ولكن مهما كان المعنى الذي تسـتعمل به الألفاظ، فلن تلقى أفكار من نوع العلة الغائية ضوء جديدة على المشكلة النهائية.

القائلون بحرية الإرادة:

في مقابـل هؤلاء، يوجد كل من **لوتـز** Lotze (1817 - 1881) **ويليام جيمس** William James (1842 - 1910) اللذان كانا منطقيين ومنسقين

في مذهبهما عن حرية الإرادة، وافق **لوتز** أصحاب المذهب الجبري على أن الأحداث الطبيعية والأفعال الإنسـانية تقع في سلسـلة من الأسـباب، وأن مثـل هذه السلاسـل من الأسـباب ما إن تبدأ حتـى لا يكون لها نهاية في المسـتقبل، ولكنـه فكر في أن مثل هذه السلاسـل قد تكـون لها بدايات تعتمـد على النزوة، ودافع ويليام جيمس عـن المبدأ الذي وصفه بمذهب الصدفـة tychism حيث تلعب الصدفـة دورًا في تنظيم مجرى الأحداث، فعنده أن نسـق الأحـداث ليس محددًا بطريقة لا تتبـدل، فنحن نأتي بأمور مستحدثة عندما نقوم بالاختيار (وإن كان لم يشرح السبب في الإتيان بأمر مستحدث معين بدلا من سواه).

لقد رأينا فيما سبق أن الفيزياء الحديثة ليست معادية تمامًا لمثل هذه الأفكار عند تطبيقها على الطبيعة الجامدة، وإن كنا رأينا كذلك إنه ينبغي تطبيقها على الظواهر فقط، لا الحقائق الكامنة من وراء الظواهر كما نراها ونفهمها - أو بعبارة أخرى، إن عدم التحديد لا يكمن في الطبيعة الموضوعية، بل في تفسيرنا الذاتي للطبيعة فحسب.

على كل، فلنتجاهل هذا التمييز، ولتتناول المسألة على النحو الذي يميل إليه مذهب حرية الإرادة بأن نتصور أن حالة معينة من حالات العالم الجامد ولتكن (ا) يمكن أن يتبعها أي عدد من الحالات المختلفة مثل ب، ج، د،.. وكلها تؤدي إلى حالات مختلفة للعالم في المستقبل، ففي العالم الجامد لا يوجد سبب بارز يجعل من الضرورة أن تكون (ا) متبوعة بالحالة (ب) بدلا من (ج) أو (د)، ولنفرض أنه في الحالات التي تعرض للعقل البشري، تكون لدى العقل بعض القدرة على توجيه بعض النواحي الدقيقة من العالم إلى أي من الحالات ب، ج، د، على حسب اختياره، وبحيث تتفق كل الانتقالات: ا ـــ ب، ا ـــ ج، ا ـــ د.... إلخ مع قانون بقاء الطاقة وكمية الحركة فسيصبح لدينا عقل يؤثر على المادة بدون أن يبذل أي قوة مادية أو تحول للطاقة، وهو يشكل الكون إلى حد ما وفق اختياره، وهذا يذكرنا بما يماثل التفسير الأصلي **لديكارت** حول تأثير العقل على المادة وإن كان بمنأى عن الاعتراضات التي قدمها **لايبنتس**.

ونفس الحل في جوهره اقترحه **كلارك ماكسويل**، فمثلا يتحدد مسار قطار السكة الحديد على نحو واحد عند غالبية نقاط رحلته، ويكون العامل المحدد هو القضبان التي يجري عليها، ومع أنه يأتي من حين لآخر

إلى مفترق للطرق يفتح أمامه مسارات بديلة حيث يمكنه أن يتحول إلى أي منها مستهلك طاقة تكاد تكون مهملة في تحريك نقاط التحويلة، فقد فكر ماكسويل في أن الجسم البشري قد يأتي إلى نقاط تماثل هذه المفترقات، حيث يمكنه أن يتحول إلى أي مسار جديد بتوجيه العقل وبدون أن يستهلك أي طاقة ميكانيكية - فالجسم هو القطار والعقل هو عامل التحويلة، وبدا للكثيرين أن عدم التحديد الموجود في الحركات الذرية يقدم نفس هذا النوع من مفترقات الطرق بل من الممكن أيضا أن يقدم نفس النقط التي تطلبها **ماكسويل** - لتدعيم حرية الإرادة.

ربما كان هذا يقدم أسلوبًا يمكن للعقل أن يؤثر به على المادة، ومع ذلك تتبقى المشكلة الأعمق حول حرية الاختيار بدون أن تمس فحتى إذا استطاع عامل التحويلة أن يحرك النقط وأن يبدل بهذا حركة القطار، فسوف يتبق أمامنا سؤال هو لماذا يحرك النقط في أحد الاتجاهات بدلا من الآخر؟ فلو أنه كان يحركها وفقا لخطة مسبقة، لاعتبرنا أن القطار ينبع جدولاً معينة، مما يجعل حركته محددة تمامًا كما لو كانت النقط ومفترقات الطرق غير موجودة، أما إذا قلنا مع غالبية الناس إنه يحركها في اتجاه معين ولأنه يختار ذلك، فالسؤال هو لماذا يختار هذا الاتجاه بدلا من غيره فإن كان هناك ما يتحكم في اختياره فسنعود إلى الجبرية، أما إن لم يكن وكان يتصرف وفق نزوة عابرة، فإن هذا يؤدي بنا إلى نوع من حرية الإرادة لا نرغب في التوصل إليه ولا نشعر أنه النوع الذي نجده في الواقع لأننا نحب أن نتخيل أننا نوقف الجبرية عند حدها من خلال حكمتنا أو فضيلتنا أو بعد نظرنا لا من خلال نزوة عشوائية ليس لنا سيطرة عليها ومن ثم لا نعد

مسئولين عنها، فالذي يرتكب حماقة قد يرتاح للتفكير في أنه كان ألعوبة في يد قوى عشـوائية أما الشخص الذي ينصرف بتبصر أو سخاء أو بعد نظر فلا يفكر على هذا النحو.

هذا المذهب في حرية الإرادة الذي يقوم على النزوات لا يقدم لنا حرية لـلإرادة تمثـل ما نمارسـه أو نتخيل أننا نمارسـه، فلـو أن كل حدث لم يكن محددًا بسـبب كاف، لأصبح العالم بأسره كما لاحظ **لايبنتس** مجرد فوضى، فالعقـل الـذي وهـب حريـة إرادة تقـوم عـلى النزوات سـيصبح فريسـة لبواعـث تلقائيـة بعيدة تمامًا عـن العقلانية وأجدر بنـا أن نصفه بأنه عقل إنسـان مجنـون، برغـم أن عقل الإنسـان المجنون لا يكـون في الحقيقة على مثـل هذا القدر من الاختلال، وكلما تعمق علم النفس والإدراك السـليم في المسـألة فإنها يجدان أن من الضروري أن يتقبلا مذهب الجبرية في شكله التقليـدي فأفعالنـا تحددها إراداتنـا، وإراداتنا تحددها دوافعنـا، ودوافعنا محكومـة بماضينا، وسـيفكر عالم النفـس في هذا الماضي على ضـوء الوراثة والبيئة، الواعظ الأخلاقي على ضوء المؤثرات الأخلاقية والروحية، وعالم الفسيولوجيا على ضوء - الأنشـطة الكهربية - الكيميائية، ولكنهم جميعا سـيتفقون على أن القوة النسـبية للدوافع المختلفة تحددها أحداث الماضي، بحيث لا يختار الإنسان لنفسه أبدًا، فاضيه هو الذي يختار له دائمًا.

وجهة النظر المعاصرة:

بالرغم من النقص الواضح في الجبرية الذي تدل عليه **نظرية الكم** في الطبيعة الجامدة، فما زال هذا هو رأي الغالبية العظمى من علماء الفيزياء المعاصريـن وعلى هذا النحو كتب بلانك مؤسـس **نظريـة الكم** في كتابه

«إلى أين يتجه العلم؟ أليس هناك كاتب للسير يحاول أن يفسر الدوافع التي تحكم تصرفات البطل الذي يتناوله بإرجاعها إلى الصدفة البحتة بل إنه سيرجع عجزه عن حل المسألة إلى نقص المعلومات المتوفرة أو قد يعترف بأن قدراته على التعمق الروحي لا يمكنه من سبر أغوار هذه الدوافع، وفي حياتنا اليومية العملية نؤسس مواقفنا من زملائنا على التسليم بأن كلماتهم وأفعالهم تحددها أسباب متميزة، إما في طبيعتهم الفردية نفسها أو في البيئة حتى وإن كنا نقر بأن مصدر هذه الأسباب لا يمكننا أن نكتشفه بأنفسنا... ويجب التمسك بأن مبدأ السببية يمتد حتى يشمل أسمى إنجازات النفس البشرية، فيجب أن نقر بأن عقل كل من عباقرتنا العظماء - **أرسطو** و**كانت** وليوناردو وجوته وبيتهوفن و**دانتي** وشكسبير حتى في أسمى لحظات السمو الفكري أو أعمق مراحل التعمق النفسي - يكون خاضعا الأوامر السببية، ويكون أداة بين يدي قانون جبار يحكم العالم».

ونقل عن **ألبرت أينشتاين** في الكتاب نفسه أنه قال: «حقيقة لا أستطيع أن أفهم ما يعنيه الناس عندما يتحدثون عن حرية الإرادة، فأنا أشعر بالرغبة في إشعال غليوني وأشعله فعلاً ولكن كيف أربط هذا بفكرة الحرية؟ وما الذي يقبع خلف إرادتي بأن أشعل الغليون؟ هل هو فعل آخر من أفعال الإرادة؟ لقد قال **شوبنهاور** - ذات مرة:

Der Mensch Kann was er will; er kann aber nicht wollen was er will.

«إن الإنسان يستطيع أن يريد، ولكنه لا يستطيع ألا يريد»

ويبدو أن الفلسفة الحديثة أيضًا قد توصلت إلى نتيجة أنه لا يوجد بديل حقيق للجبرية، بحيث لم يعد السؤال موضع المناقشة الآن هو، هل نحن أحرار؟ بل لماذا نفكر في أننا أحرار؟ ورأينا كيف يقسم ألكسندر العالم إلى درجات تقع على مراحل مختلفة من التطور: المكان - الزمان والمادة والحياة والعقل والألوهية، وعلى حين يوافق على أن كل الأحداث في الحقيقة تخضع للجبرية يعتبر أن سكان كل درجة قد يشعرون بأنهم أحرار ولكنهم يلاحظون أن غياب الحرية يسود في الدرجات الأدنى منهم، وعلى هذا تشعر الذرات وهي في الدرجة قبل الأخيرة بأنها حرة عندما تتفكر في المكان - الزمان حيث يستحيل أن توجد حرية، وقد نقلنا فيما سبق ما لاحظه سبينوزا من أن الحجر المقذوف في الهواء قد يشعر بأنه حر لو أمكنه أن ينسى اليد التي قذفت به، وعلى النحو نفسه نحسب انفسنا احرارًا ولكننا نعتبر الآلات وحتى النباتات خاضعة للجبرية لوجودها في درجات أسفل من درجتنا، وكذلك عندما يتبصر الإله في أنشطتنا من درجته السامية، فإنه يشعر بذاته حرًا ولكنه لا يرانا كذلك.

وبدون أن نقبل أي نظام من هذا النوع فقد يوافق كثير من الفلاسفة على أننا نستطيع أن نفعل ما نرغب فيه إلى حد ما ولهذا نشعر بأنفسنا أحرارًا، ولكن هذا يرجع إلى أننا لا نتوقف قليلا لنفكر في أن رغباتنا ذاتها، وهي التي تنبثق منها أفعالنا قد فرضها ماضينا علينا، كما أن عدم وجود خبرة مباشرة عن هذا الشعور بالحرية لدى الآخرين يجعلنا نرى في أفعالهم أوامر فرضها ماضيهم عليهم ومن ثم نعتبر هذه الأفعال جبرية.

وباختصار لا يبدو أن الدراسة الفلسفية أو الأبحاث الفيزيائية في الثلاثمائة عام الماضية تقدم أي سبب التغيير مبدأ **ديكارت** الذي يقول:

لا شيء يجيء من العدم، أو أن قدرة الإرادة تكون فقط من أننا نتصرف وكأننا لا ندرك أننا مجبرون على تصرف معين بتأثير قوة خارجية. وعلى هذا فحرية الإرادة ما هي إلا الاسم الذي نطلقه على الجبرية التي ندركها، ولكن لعلنا نتكهن بأن (**كانت**) سيحتج بأن كل هذا لا يثبت أننا محرومون من الحرية، بل إن النظر إلى الأشياء على أنها تخضع للجبرية هو أسلوب مغروس في عقولنا، وهو يدل على أسلوبنا في تفسير التابع الزمني للأحداث. وقد يكون هذا صحيحا بالطبع، فبعد عدد من التجارب الفردية من نوع ولقد خبطت رأسي وأشعر بالألم، ينتقل الطفل في نموه إلى تعميمات توصله إلى قضايا مثل: «لقد خبطت رأسي ومن أجل هذا أشعر بالألم» وإذا خبطت رأسي سوف أشعر بالألم،، ومثل هذا الترابط في الأفكار يثبت أنه يساعده في تجنب صدمات جديدة ولذا يتوسع في تطبيقه، وتنمو عادة البحث عن علاقة السبب -- بالنتيجة، ولكنه ينتقل باستمرار من مثل هذه الحالات المذكورة إلى أمثلة أخرى من نوع «الدنيا ليل ولذا فسرعان ما يطلع النهار» أو «إني جائع ولذا فسرعان ما آتي بشيء آكله» وهي لا تتضمن عن علاقات السبب بالنتيجة على الإطلاق، فهذه الأساليب وما يماثلها قد تغرس في العقل عادة أن:

«وبعد هذا من أجل هذا». Post hoc ergo propter hoc

ولعله من الممكن إيجاد تفسير سيكولوجي بسيط لعادة العقل الإنساني في استخدام علاقة السبب والنتيجة بدون أن نلجأ إلى مقولة، ذهنية فطرية.

وعلى أية حال، فلا جدال في أن جميع خبراتنا الواعية عن الطبيعة الجامدة التي تقتصر على عالم المقاييس الإنسانية، تظهر أن الجبرية تسود فيه، ولعلنا لهذا السبب نعجز عن تخيل كيف يمكن لغير الجبرية أن يتحكم في عالم الجوامد - برغم أن - علماء الفيزياء المعاصرين أوضحوا أن هذا يحدث عندما نضع الظواهر في الاعتبار، ومن ثم نتوسع في هذا العجز من العالم المادي إلى العالم الذهني، فإن صح هذا فلا الفيزياء المجردة ولا الخبرة المادية الملموسة تفرض علينا الجبرية، بل هو عجز عقولنا عن تخيل أي شيء سوى الجبرية.

وقبل عصر الفيزياء الحديثة، كان من السهل أن نحدد ما نقصده بالسببية وحرية الإرادة، فقد افترضنا أن العالم يتركب من ذرات وإشعاع، وتصورنا أنه من الممكن من حيث المبدأ أن تعين المواضع الدقيقة لكل ذرة ولكل عنصر من عناصر الإشعاع، و**كانت** مسألة السببية ببساطة هي: هل يمكن مبدئيًا إذا عرفنا هذه المواضع أن نتنبأ بمجرى الأحداث في المستقبل بيقين؟ و**كانت** مسألة حرية الإرادة هي: هل يظل من الممكن التنبؤ بهذا المجرى عندما يدخل الوعي والرغبات الإنسانية في الصورة؟.

أوضح الفيزيائيون المعاصرون أن هذه الصياغات للتساؤلات أصبحت عديمة المعني فلم يعد من الممكن أن تعرف المواضع الدقيقة للجات أو لعناصر الإشعاع وحتى إذا أمكننا ذلك فما زال من المستحيل أن نتنبأ بالخطوات التالية، وما دمنا نتناول عالم الجوامد فقد يجوز أن نصور

طبقـة سـفلية من تحت المكان والزمان حيث تختفـي منابع الأحداث، وقد يكون المسـتقبل موجودة ومحتجبة بالفعـل ولكنه محدد ومحكوم بصورة لا فكاك منها في هذه الطبقة السـفلية، ومثل هذه الفرضية على الأقل تناسب كل الحقائـق المعروفـة في الفيزيـاء، ولكـن في انتقالنا من عـالم الظواهر في المـكان والزمـان إلى هذه الطبقة السـفلية، يبدو أننا لا نفهـم أننا ننتقل من الماديـة إلى الذهنية أو ربما أيضا من المادة إلى العقل، ولعل منابع الأحداث في هـذه الطبقة السـفلية تشـمل أنشـطتنا الذهنية الخاصـة بحيث يجوز أن يعتمد مجرى الأحداث في المستقبل جزئيا على هذه الأنشطة الذهنية.

لقد أوضحت الفيزياء الحديثة على الأقل أن مشـكلتي السـببية وحرية الإرادة في حاجـة إلى صياغـة جديـدة، فـإذا اسـتطاع المؤمنـون بحريـة الإرادة أن يشرحـوا معنـى الحريـة لديهـم، وأن يوضحـوا بالتحديد نقط الاختـلاف مع ما أسـميناه بالجبريـة غير المدركة، فمـن الممكن أن نتصور أن مـا يسـعون إليـه قد يكون موجـودة لـدى الفيزياء الحديثـة، لقد بدت الفيزيـاء الكلاسـيكية وكأنهـا تغلـق الباب المـؤدي إلى أي نـوع من حرية الإرادة (بالأقفـال والترابيس)، أمـا الفيزياء الحديثة فـلا تفعل هذا، فهي تـكاد تفترض أن البـاب قد لا يكون مغلقة بالأقفال إذا اسـتطعنا أن نجد المقبض المناسـب، لقد قدمت لنا الفيزياء القديمة كونا أقرب إلى السـجن منه إلى المسكن، أما الفيزياء الحديثة فتصور لنا كونًا من الممكن تصوره بيئة مناسـبة لسكنى الأحرار، لا مجرد مأوى للهمج، بيتا يمكننا فيه على الأقل أن تطوع الأحداث وفقًا لرغباتنا وأن نحيا حياة السعي والنجاح.

خاتمة

هناك ما يغرينا بأن نختتم المناقشة بتلخيص الاستنتاجات التي توصلنا إليها، والحقيقة أنه لا توجد استنتاجات نهائية، أما إذا اضطررنا إلى ذكر استنتاج نهائي، فلعلنا نقول إن كثيرًا من استنتاجات علوم القرن التاسع عشر حول تساؤلات الفلسفة قد عاد من جديد إلى بوتقة الانصهار، وإنه لا يوجد رأي نهائي في العلم.

وهذا في حد ذاته لا يسمح لنا بذكر أي خاتمة إيجابية مهما كان نوعها، كأن نقول إن المادية قد ماتت، أو إن التفسير الجبري للعالم قد أصبح (موضة قديمة) ومع ذلك نستطيع أن نقول إن الجبرية والحرية، والمادة والمادية في حاجة إلى أن ابعاد تعريفها على ضوء معارفنا العلمية الحديثة، وبعدها يصبح على المادي أن يقرر لنفسه إن كان النوع الوحيد من المادية الذي يسمح به العلم الآن يصح أن يسمى مادية، أو إن كان للأشباح المتبقية من المادة أن تسمى مادة أو أي تسمية أخرى، إنها مسألة اصطلاحات.

إن ما يتبقى في كل الأحوال يختلف تمامًا عن المادة بشحمها ولحمها وعن المذهب المادي المنفر لدى عالم العصر الفيكتوري، فقد ثبت أن كونه

الموضوعي والمادي لا يتكون إلا مما تركبه عقولنا الذاتية وبهذه الكيفية وغيرها تحركت الفيزياء الحديثة في اتجاه المذهب الذهني

كذلك لا نستطيع أن ندعي أن الفيزياء الحديثة تبرر أي استنتاجات نهائية عن الجبرية أو السببية أو حرية الإرادة، ولكننا نستطيع أن نقول إنه من بعض النواحي لم يعد المذهب الجبري ملحًا كما كان منذ خمسين عامًا، ويبدو أن هناك من الحجج ما يسمح بإعادة تناول المسألة برمتها بمجرد أن يجد أي إنسان سبيلاً لذلك.

لعل هذا يبدو محصولاً مخيبًا للآمال نحصده من حقل في اتساع النشاط العلمي الحديث، بل ومن ذلك الفرع الذي يقترب جدًا من إقليم الفلسفة، ومع ذلك فقد نتفكر في أن الفيزياء والفلسفة على أحسن التقديرات لا تتجاوزان في عمرهـا بضعة آلاف من السنين، وإن كان من المحتمل أن تعيشا آلاف الملايين من السنين التي ما زالت أمامها.

إنها قد شرعتا فحسب في اكتشاف الطريق ونحن ما زلنا كما قال **نيوتن** مثل أطفال يلعبون بالحصى على شاطئ البحر، على حين يمتد المحيط الهائل للحقيقة بدون اكتشاف بعيدًا عن متناولنا، وليس من المستغرب ألا ينجح جنسنا البشري في حل أي قدر من مشكلاته الأكثر صعوبة في الجزء الأول من المليون من وجوده، ولعل الحياة **كانت** تعد أدعى للملل لو نجح في هذا، ففي نظر الكثيرين ليست المعرفة ذاتها بل السعي وراءها هو الذي يعطينا المتعة الفكرية الأكبر، فالسفر على أمل خير من الوصول.



جيمس جينز

جيمس جينز هو عالم فلك بريطاني، ولد في 11 سبتمبر 1877 في مقاطعة لانكشير , وتوفي في سبتمبر عام 1946 بمدينة دوركينج، عمل في مجالات الفيزياء والرياضيات وعلم الفلك، من أشهر إنجازاته تعيين كتلة جينز وهي أقل كتلة لسحابة من الغاز و الغبار الكوني يمكن أن يتكون منها نجم.

بعد انتهائه من تعليمه الثانوي التحق بجامعة كامبريدج، وأنهى دراسته الجامعية في الرياضيات، وقام بالتدريس في كامبريدج ثم ذهب للتدريس في جامعة برنستون عام 1904 كأستاذا للرياضة التطبيقية، وعاد إلى كامبريدج عام 1910.

قام بإنجازات هامة في مجالات عديدة للفيزياء وكذلك في ميكانيكا الكم. وتوصل في ابحاثه إلى أن نظرية لابلاس المتعلقة بأن المجموعة الشمسية نشأت من سحابة غاز واحدة ليست سليمة. وعوضا عن ذلك قام هو بصياغة نظرية تقول ان الكواكب قد تكونت عن طريق اقتراب أحد النجوم من الشمس بحيث صدرت منها تلك المادة التي تكونت منها الكواكب فيما بعد . ولكن تلك النظرية ليست معترف بها الآن.

وهو بجانب العالم البريطاني آرثر إدنجتون أحد مؤسسي علم الفلك الحديث في بريطانيا .

وقد قام ببحوث في مجال الفلك وبصفة خاصة حركة النجوم، والتكوين الداخلي للنجوم، ومسائل أخرى في علم الفلك.

يسمى على اسمه كتلة جينز وهي أقل كتلة لسحابة كونية تحوي غاز وغبار يمكنها التقلص والانكماش، منح الميدالية الذهبية للهيئة الملكية لعلم الفلك عام 1922، كما سمي باسمه أحد الفوهات على القمر وكذلك أحد الفوهات على كوكب المريخ.

الفيزياء والفلسفة

الهدف من هذا الكتاب باختصار هو تناول - وإلى حد ما - اكتشاف الإقليم الفاصل بين علم الطبيعة والفلسفة فهذا الإقليم الذي اعتدنا أن نعتبره سخيفًا جدًا، أصبح فجأة مثيرًا جدًا، وهامًا، نتيجة للتطورات الحديثة في الفيزياء النظرية.

إن الإثارة الجديدة تتجاوز بكثير المشاكل المتخصصة للفيزياء والفلسفة، وتصل إلى مسائل تمس الحياة الإنسانية عن قرب شديد كمسائل المادية والإرادة الحرة، لذلك آمل أن يثير هذا الكتاب اهتمام الكثيرين ممن لا يشتغلون بالفيزياء أو الفلسفة، ولهذا الغرض جعلت المناقشة يسيرة قدر الإمكان متجنبًا النقط المتخصصة ما وسعني، وحيث لم أتمكن شرحت هذه النقط، كما حاولت أن أرتب الكتاب بحيث تهيء قراءة الفصلين الأولين مع الفصل الأخير، نظرة عامة مفهومة للقضية الرئيسية، وخلاصة لكل الفصول، وهناك كثير من القراء سيفضلون البدء بهذه الفصول الثلاثة.





نستذكر مانفريد فون آردن الباحث والمخترع والفيزيائي الألماني له اكثر من 600 براءة اختراع في مجالات العلوم الطبية من بينها المجهر الالكتروني والتكنولوجيا النووية وفيزياء البلازما.

نستذكر دائمًا العلم ومن ضحى في سبيله...

